

**Untersuchungen
zur postembryonalen Entwicklung
schweizerischer Orchesellen**

INAUGURALDISSERTATION

zur

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

vorgelegt der

**PHILOSOPHISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN
FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT BASEL**

von

Walter LINDENMANN

aus Basel

GENÈVE

IMPRIMERIE ALBERT KUNDIG

1950

**Untersuchungen
zur postembryonalen Entwicklung
schweizerischer Orchesellen**

INAUGURALDISSERTATION

zur

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

vorgelegt der

**PHILOSOPHISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN
FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT BASEL**

von

Walter LINDENMANN

aus Basel

GENÈVE

IMPRIMERIE ALBERT KUNDIG

1950

*Genehmigt von der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
auf Antrag der*

Herren Professoren Ed. Handschin und A. Portmann.

Basel, den 29. Juni 1948.

Prof. Dr. M. FIERZ,
Dekan.



Separatabdruck aus *Revue Suisse de Zoologie*,
Bd. 57 Heft 2 1950

CURRICULUM VITAE

Ich, Walter Karl Lindenmann von Basel, wurde am 26. November 1920 als Sohn des Karl Lindenmann, Bankbeamter, und der Marie geb. Kaufmann in Basel geboren. Nach dem Besuch der Primarschulen in Basel und Bottmingen, absolvierte ich das Mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium in Basel, wo ich 1940 das Reifezeugnis erlang. Sodann immatrikulierte ich mich an der Universität Basel. Neben zahlreichen Dienstleistungen und Vikariaten während des Krieges, entstand die vorliegende Arbeit in den Jahren 1944-1948 unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. E. HANDSCHIN.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Kurse folgender Professoren und Dozenten: Baldinger, Buchner, Flatt, Geiger-Huber, Geigy, Hagenbach, Handschin, Hediger, Huber, Laur-Belart, Mislin, Ostrowski, Portmann, Schüepp, Senn, Spiess, Vischer, Vosseler, Zickendraht.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Untersuchungen zur postembryonalen Entwicklung schweizerischer Orchesellen

von

Walter LINDENMANN

Basel

Mit 25 Textabbildungen und 22 Tabellen.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	353
II. Material und Zucht	355
III. Die Eier	362
IV. Eintritt der Geschlechtsreife, Eiablage	369
V. Häutung	376
VI. Körpergrösse und Körperwachstum	387
VII. Zeichnung	392
VIII. Zur Morphologie und Systematik	414
IX. Zusammenfassung	423
X. Literaturverzeichnis	425

I. EINLEITUNG

Unter den Collembolen existieren eine ganze Anzahl Gattungen, welche bei ausserordentlichem Formenreichtum nur durch Verschiedenheiten ihres Farbkleides, ihres Zeichnungsmusters, unterschieden werden können. Diese Gattungen haben von jeher die

systematische Bearbeitung vor grosse Schwierigkeiten gestellt, da weder in Diagnosen noch in Bestimmungstabellen die einzelnen Arten unzweideutig zu erfassen waren. Wohl hat es nie an Versuchen gefehlt, die sich häufenden Arten zu ordnen und sie nach ihren charakteristischen Zeichnungselementen zueinander in Beziehung zu bringen. 1926 hat HANDSCHIN zum ersten Male die Arten der Gattung *Sira* Lubb. revidiert und neu eingeordnet. 1928 geht er in ähnlicher Weise mit den Arten der Gattung *Salina* Mac Gillivray 1894 (= *Cremastocephalus* Schött 1896) vor und ordnet ähnlich die Gattungen *Entomobrya* Rond. und *Orchesella* Templ. in seinem Bestimmungstabellen (1929). BONET hat durch diese Untersuchungen angeregt, 1934 die Arten der Gattung *Entomobrya* auf diese Weise dargestellt.

Wie dies HANDSCHIN schon ausdrückte, haften dieser Anordnung aber bestimmte Mängel an. Ganz allgemein nahm er die Differenzierung nach den Farben nur dann vor, wenn die morphologischen Merkmale versagten und die Tracht in den wesentlichen Teilen verschieden war.

Wenn schon die Aufteilung nach Arten bestimmte Schwierigkeiten bietet, so treffen wir bei den einzelnen Arten oft auf ein noch schwerer zu entwirrendes Bild. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei vielen Formen parallel gerichtete Variationen zu ganz hellen wie auch fast melanistischen Formen führen. 1893 hat SCHÖTT die zahlreichen Zeichnungsvarianten von *Isotoma viridis* Bourl. und *Isotomurus* Müll. dargestellt. Bei den Gattungen *Entomobrya* und *Orchesella* finden wir ähnliche Varianten als *forma pallida* und *obscura* in ihren Extremen bezeichnet. Zwischen beiden liegen alle möglichen Uebergänge, die auseinanderzuhalten, an zahlenmässig geringem Material, oft unmöglich ist.

Um nun die eigentlichen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Formen kausal richtig zu erkennen, gibt es nur einen Weg: die Aufzucht der einzelnen Arten. Dadurch wird es möglich werden nicht nur das Farbkleid, die Tracht in ihrem Werden zu verfolgen, sondern durch Veränderung der Zuchtbedingungen eventuell auch die verschiedenen Trachten künstlich zu erzeugen. Zugleich gestatten uns aber solche Zuchten, welche nach den Angaben von Strebel, Ripper und Willem u. a. keine Schwierigkeiten bieten, Einblicke in das Leben der einzelnen Arten zu erhalten. Dies ist umso wichtiger, als wir allgemein über

die Lebensweise der Collembolen recht wenig orientiert sind. Endlich besteht die Möglichkeit durch die Aufzucht verschiedener Arten einen Vergleich der Entwicklung des Zeichnungsmusters zu erlangen und damit die systematische Stellung der einzelnen Arten ontogenetisch festzulegen.

Für eine solche Untersuchung ist nun die Gattung *Orchesella* besonders geeignet. Einmal zählen ihre wenigen Arten zu den grössten bei uns lebenden Collembolenformen. Sie finden sich meist in grösseren Mengen auf relativ kleinen Fundstellen und sind dort fast das ganze Jahr anzutreffen. Ihre Zucht ist relativ leicht durchzuführen. Ferner sind gerade bei den einzelnen Arten der *Orchesellen* eine Unmenge von Varietäten des Farbkleides auseinandergehalten worden, sodass eine experimentelle Analyse der Tracht zum vornherein versprechend sein musste. Nicht zuletzt darf auf die grosse Unsicherheit in der Umschreibung mancher Arten hingewiesen werden, wie z. B. für *Orchesella alticola* Uzel 1891, die als Sammelbegriff vieler noch undifferenzierter alpiner Formen gelten darf.

Um diesen hier aufgezeichneten Problemen näher zu kommen, wurde mir von Herrn Prof. Dr. E. HANDSCHIN das Thema der vorliegenden Arbeit als Dissertation vorgeschlagen. Herrn Prof. HANDSCHIN möchte ich an dieser Stelle für seine Unterstützung und seinen Rat herzlich danken. Gleichfalls möchte ich dem Vorsteher der Zoologischen Anstalt Basel, Herrn Prof. Dr. A. PORTMANN für sein Entgegenkommen und sein Interesse an der Arbeit den besten Dank aussprechen.

II. MATERIAL UND ZUCHT

Zur Untersuchung kamen in erster Linie die Arten der näheren Umgebung von Basel:

Orchesella bifasciata Nic., *cincta* (Linné), *flavescens* (Bourl.),
jurassica n. sp. und *villosa* (Geoffr.).

Ferner aus den Alpen:

Orchesella arcuata n. sp., *capillata* Kos 1936 und *quinquefasciata* (Bourl.).

Es war nun für unsere Untersuchung notwendig von jeder Art möglichst viel Material, sowohl lebend, als auch konserviert von den einzelnen Fundorten zu erhalten. Auf diese Weise allein war ein Vergleichen der verschiedenen Stadien und Varianten, die durch Zucht erhalten wurden, mit den im Freien vorkommenden Stadien gleicher Grösse möglich.

Zu diesem Zwecke wurde nun sowohl mit dem Berlese-Tullgren-Trichter¹ als auch mit dem Aspirator gearbeitet. Bei letzterem legten wir in die Auffanggläser leicht befeuchtete Filtrierpapierstreifen ein. So gelang es, Tiere oft mehr als eine Woche in den Fanggläsern zu halten, bevor sie in die Zuchtgläser eingesetzt wurden, was sich namentlich auf längeren Exkursionen im Alpengebiet als besonders nützlich erwies.

Da die verschiedenen untersuchten Formen sich auch im Auftreten und in der Lebensweise unterscheiden und so bei der Züchtung einer anderen Haltung bedürfen, soll hier in erster Linie versucht werden die ökologische Differenzierung näher zu umschreiben. Eine vollständige Fundortsliste jeder Art kann hier nicht gegeben werden und muss auf eine spätere systematische Arbeit zurückgestellt werden.

Das Material von *Orchesella cincta* (Linné) und *villosa* (Geoffr.) stammt durchwegs von einem Fundort. *O. cincta* wurde zusammen mit *villosa*, doch nicht so zahlreich wie diese, in einem Garten in Bottmingen bei Basel an feuchten Stellen unter Holz, abgefallenen Tannennadeln, Steinen und Kies gefunden.

Die Tiere zogen sich gegen den Sommer mit dem Trockenerwerden der besonnten Stellen auf die Nordseite des Hauses, unter krautige Pflanzen an feuchte Stellen zurück. Sie fanden sich zu jeder Jahreszeit, auch im Winter, sogar bei stark gefrorener Erde und unter einer frischen Schneelage. Am Haus (Nordseite) waren unter kleinen Holzstückchen, Tannennadeln und aufgeschichtetem Reisig ausserordentlich viele Tiere vorhanden. Im Freien waren die Tiere steif, aber an die Wärme gebracht, wurden sie schnell lebhaft. Auffallend war, dass es sich bei den *cincta*-Tieren fast durchwegs um junge, kleine Individuen (vom Zeichnungstypus der var. *unifasciata* Nic., Körpergrösse bis 2 mm) handelte. *O. villosa*

¹ Beschreibungen bei TULLGREN (1918), BONET (1932), TRÄGARDH (1933, 1934), AGRELL (1934), KSENEMANN (1938 c), GISIN (1943) und SALMON (1946).

hingegen war in ausgewachsenen Exemplaren (2,5—4 mm) vorhanden.

Exuvien konnten oft an frischem Holz, wo sie besonders gut auffallen, gefunden werden, Eier hingegen wurden im Freien nie entdeckt. Beobachtungen in den Zuchten lassen vermuten, dass sie nicht an der Oberfläche, sondern in den kleinen Ritzen des Bodens, unter Steinen und in der Erde abgelegt werden. An der Erdoberfläche wären die Eier zu stark den direkten Witterungsverhältnissen, wie der Austrocknung und zu grosser Feuchtigkeit als Folge von Regenfällen, preisgegeben.

Das Zuchtmaterial der *Orchesella cincta*, ssp. *argyrotoxa* Latzel 1918 stammt von feuchten Fundorten der Blauen Weide und Nenzlinger Weide im Basler Tafeljura (zwischen Aesch und Mariastein, 500—600 m). Die Tiere fanden sich auf offenen Weiden von Juracharakter mit eingestreuten Gehölzen, in Südexposition, ohne Siedelungen in der Nähe. Sie konnten zu verschiedenen Jahreszeiten (März bis Oktober) unter den Steinen oder im Gras gefunden werden.

Zur Untersuchung der *Orchesella flavescens* (Bourl.) wurden Elterntiere verwendet, die aus einem engumgrenzten Gebiet stammen. Die schon von Linnaniemi (1907) als Bewohner der Makrophyten bezeichnete Art wurde in einer kleinen, schattigen und feuchten Baumschule von *Picea excelsa* (ca. 100 m²) in der Nähe von Bottmingen bei Basel von den jungen, 50—80 cm hohen Bäumchen auf ein Tuch geklopft oder auch beim Durchstreifen der Aeste gekätschert. Zu jeder Jahreszeit konnten dort Tiere verschiedener Grösse angetroffen werden, doch waren während des Winters vorwiegend nur junge, kleine Exemplare (Grösse 1,5—2,5 mm) vorhanden.

Im Gegensatz zu den vorigen Arten lebt *Orchesella bifasciata* Nicolet in feuchtem Moos. Das Zuchtmaterial fanden wir in der Kehlengrabenschlucht bei Mariastein und in der Nähe des Schauenburger Bades bei Liestal. Beide Fundorte liegen im Basler Tafeljura. Die Tiere treten nie in grossen Mengen auf, sondern leben eher vereinzelt. Wir haben sie vom Mai bis in den Dezember gefunden.

Die *Orchesella jurassica* n. sp. ist uns bis jetzt nur aus wenigen Fundorten bekannt. In der Kehlengrabenschlucht bei Mariastein im Basler Tafeljura fand sie sich im Moose *Neckera crispa* Hedwig.

das in dichten Büscheln über die Felsen hängt. Die Tierchen treten zu jeder Jahreszeit in weit grösserer Anzahl als *O. bifasciata* im trockenen Moos auf. Interessant ist, dass im feuchten Moos *Ctenidium molluscum* Mitten, das daneben wuchs, nur *O. bifasciata* gefunden wurden.

Anlässlich einer Exkursion über die Gemmi (Berner Alpen) konnten am 8./9.6.46 kurz nach der Schneeschmelze auf der Passhöhe (2350 m) unter verstreuten Steinen, auf grasbewachsener Unterlage im Windschatten, grössere Mengen der *Orchesella capillata* Kos 1936 gefunden werden. Der Boden war noch sehr feucht (in der Nähe lag noch Schnee) und die Individuen hatten sich wahrscheinlich auf die noch trockeneren Stellen der Steine zurückgezogen.

Eine neue alpine Form, *Orchesella arcuata*, stammt von verschiedenen Fundorten in den Bündner Alpen. Unter losen Steinhäufen ohne direkte Vegetation konnten viele Tiere angetroffen werden. Die Standorte waren wesentlich trockener als derjenige der *O. capillata*.

Die Zuchtexemplare der *Orchesella quinquefasciata* (Bourlet) stammen nicht von einheitlichem Fundort. Die Tiere fanden sich nirgends so zahlreich wie andere Formen. Von folgenden Fundorten haben wir Tiere bezogen:

Gemmipasshöhe, 2350 m, 8.6.46, unter Geröll, feucht, kurz nach der Schneeschmelze, 1 Expl.

Leukerbad, 1300 m, 9.6.46, Strasse nach Inden, im Moos eines überwachsenen Steines, mässig feucht, 1 Expl.

Bölchen, Basler Tafeljura, 1000 m, 14.7.46, in der Nähe des Kilchzimmertgatters, trockenes Geröll im Wald, 6 Expl. in Zucht.

Bezüglich des Auftretens im Freien lassen sich die vorliegenden Orchesellen nach ihrer Lebensweise folgendermassen gruppieren:

Art	Biotop		Vertikale Verbreitung
<i>O. villosa</i>	Erdoberfläche	feucht	bis 1200 m
<i>O. cincta</i>	„	„	bis 1200 m
<i>O. capillata</i>	„	„	2000-2500 m
<i>O. arcuata</i>	Steine	trocken	1800-2500 m
<i>O. quinquefasciata</i>	Geröll	„	900-2200 m
<i>O. bifasciata</i>	Moos	feucht	bis 1200 m
<i>O. jurassica</i>	Moos (Neckera)	trocken	300-1000 m
<i>O. flavescens</i>	Makrophyten	mässig feucht	bis 2000 m

Eine direkte Beobachtung in der natürlichen Umgebung der Formen stösst im allgemeinen infolge ihrer Kleinheit, der versteckten Lebensweise und ihrer spontanen Fluchtreaktion, vorwiegend bei Lichtreizen, auf Schwierigkeiten. Das Hauptgewicht muss daher auf die Beobachtung gefangener Tiere gelegt werden. Wenn versucht wird den Formen ihre Lebensbedingungen in der freien Natur und ihr Biotop möglichst zu ersetzen, so ist anzunehmen, dass ihre Lebensäusserungen sich nicht sehr von denjenigen ihres Freilebens unterscheiden.

Gegenüber den rein systematisch-faunistischen Arbeiten treten solche über Zucht der Collembolen etwas in den Hintergrund. Immerhin haben sich eine Reihe von Autoren mit ihrer Züchtung abgegeben¹. Die Erfahrungen dieser Züchter zeigen, dass die Collembolen im allgemeinen ein gewisses Mass an Feuchtigkeit verlangen. HANDSCHIN, STREBEL, WILLEM u. a. haben ihre Tiere in Petrischalen, die mit Sand, Filtrierpapier, Erde oder sonst einer der Lebensweise der gezüchteten Form entsprechenden Bodenbedeckung versehen waren, gezüchtet. HOFFMANN z. B. verwendete für seine Zuchten mit *Tomocerus flavescens* Tullb., entsprechend ihrem Vorkommen im Freien, feuchtes Laub und Streu.

Versuche die Petrischalen mit Filtrierpapier abzudecken, waren nicht befriedigend. Die für das Gedeihen der Tiere notwendige konstante Feuchtigkeit konnte nur durch öftere Befeuchtung des Filtrierpapiers erreicht werden. Ausserdem bewirkten wahrscheinlich die feinen Fasern des befeuchteten Papiers Reizungen bei den Tieren, sodass bald auf diese Methode verzichtet wurde. Diese Reizungen sind bereits von RIPPER (1930) an *Hypogastrura manubrialis* und von STREBEL (1932) an *Hypogastrura purpurascens* beobachtet worden. Oft waren die Bewegungen verlangsamt, die

¹ DAVIES 1926, 1928 a, DAVIDSON 1931 und HOLDAWAY 1927 (*Sminthurus viridis* L.), FALKENHAN 1932 (*Sminthurides aquaticus* Bourl.), HANDSCHIN 1928 (*Orchesella cincta* L.), HOFFMANN 1911 (*Tomocerus flavescens* Tullb.), LÉCAILLON 1901 f (*Hypogastrura sigillatus* Uzel, *Orchesella villosa* Geoffr., *Tomocerus flavescens* Tullb., *Sira platani* Nic., *Anurida maritima* Gué., *Anurophorus laricis* Nic.), LINNANIEMI 1907 (*Hypogastrura purpurascens* Tullb., *Lepidocyrtus paradoxus* Uzel), PHILOPTSCHENKO 1912 a (*Isotoma cinerea* Nic.), RIPPER 1930 (*Hypogastrura manubrialis* Tullb., *Hypogastrura armata* Nic.), STREBEL 1927, 1929 (*Sminthurinus niger* Lubb., *Sminthurides aquaticus* Bourl., *Lepidocyrtus lanuginosus* Gmelin, *Hypogastrura purpurascens* Lubb., *Folsomia fimetaria* L.), STREBEL 1932 (*Hypogastrura purpurascens* Lubb., *Tomocerus minor* Lubb., *Sminthurinus niger* Lubb.), STREBEL 1938 b (*Tomocerus vulgaris* Tullb.), WILLEM 1901 b (*Proisotoma minuta* Tullb.).

Tiere trippelten an Ort, krümmten sich zusammen, wälzten sich in krampfartigen Bewegungen und gingen oft nach einiger Zeit ein. Zudem war die ständige Befeuchtung mühevoll und die Tiere konnten nicht im durchfallenden Licht beobachtet werden.

Für die Züchtung der Orchesellen und deren Beobachtung mussten nun folgende z w e i P u n k t e in erster Linie berücksichtigt werden:

1. Zuchtgläser und Zuchtraum sollten übersichtlich gestaltet sein und trotzdem eine Aufzucht und Weiterzucht der Formen ermöglichen.
2. Die Züchtung von Einzelindividuen sollte ohne Schwierigkeiten und mit geringer Mortalität ab ovo durchgeführt werden können.

Zudem ist es vor allem wichtig, die Tiere im Zuchtgefäss ständig mit dem Mikroskop beobachten und Messungen ausführen zu können. Um nun jederzeit einen feuchten Raum herstellen zu können, kamen wir angeregt durch die künstlichen Ameisennester auf die Idee gegossene Gipsstückchen als Feuchtigkeitsregulatoren zu verwenden. Sorgfältig gereinigter weisser Modellgips erwies sich für diese Zwecke besonders günstig.

So ergaben sich schliesslich folgende zwei Methoden, welche der Grösse und dem Alter des Untersuchungsmaterials Rechnung tragen:

Z u r A u f z u c h t v o n J u n g t i e r e n wurde ein kleines Zuchtgefäss, das wir uns selbst herstellten, benützt. Sorgfältig und gut abgedrehte, zylinderförmige Messingringe von ca. 4 mm Höhe und einem äusseren Durchmesser von 17 mm wurden je einer mit wenig Kanadabalsam auf einen Objektträger geklebt. Mit einem entsprechenden Glasdeckelchen abgedeckt, erwiesen sich die Gefässe als dicht, auch für die nur 0,3-0,5 mm grossen frischgeschlüpften Jungtiere (Fig. 1). Um einen möglichst gleichmässig feuchten Raum zu erzielen wurde das Gefäss so mit flüssigem Gips gefüllt, dass sich eine Gipsfläche von der Mitte des Bodens zum oberen Rand hinzog. Dadurch blieb die Hälfte des Bodens unbedeckt und die Tiere konnten trotzdem im durchfallenden Licht untersucht werden. Bei nicht zu grosser Wärme und diffusen Licht wurde dieses Gipsstückchen jeden Tag wieder neu befeuchtet,

damit blieb der Feuchtigkeitsgrad im Zuchtglas annähernd konstant. Die Tiere gediehen in diesen Gefässen sehr gut. Die kleinen Zuchtgefässe wurden für Einzelindividuen und Zuchten mehrerer Exemplare während den ersten 30—40 Lebenstagen, sowie zur Isolierung von Eiern benützt.

Zur Weiterzucht von grösseren Tieren wurden Petrischalen verschiedener Grösse verwendet, die zweck-

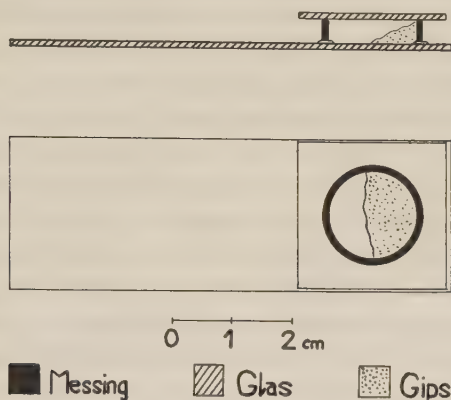


FIG. 1.

Zuchtgefäss für kleine Tiere.
Grundriss und Seitenriss.

mässig mit einer Glasplatte abgedeckt wurden. Da die Tiere oft beim Abheben des Deckels springen, liess sich hier bei Kontrollen usw. die Glasplatte um wenig verschieben und die Tiere blieben dadurch auch ruhiger. Auch hier wie bei den kleinen Zuchtgefässen, besaßen die Schalen keine Bodenbedeckung. Im feuchten Raum bot der Glasboden den Tieren beim Gehen keine Schwierigkeiten, nur in trockenen Schalen konnten sie sich nicht gut fortbewegen. Die für die Tiere notwendige Befeuchtung wurde mit quaderförmigen Gipsblöckchen erreicht, die je nach der Grösse der Petrischalen verschieden waren¹. Die Blöckchen mussten auf allen Flächen glattgestrichen werden, um jungen Tieren keinen Unterschlupf und den Eiern kein Versteck zu bieten. Die neben den Gips-

¹ Für Gläser von 70-100 mm $\varnothing$ und 12-14 mm Höhe: Blöckchen von 25 $\times$ 25 mm und 3-5 mm dick. Für kleinere Gläser genügen entsprechend kleinere.

stückchen noch übrige Bodenfläche war immer noch gross genug, um die Tiere im durchfallenden Licht beobachten zu können.

Um den gezüchteten Formen angenähert gleiche Lebensbedingungen wie in der Natur zu geben, wurden die Tiere nicht in konstanter Temperatur aufgezogen. Die Zuchttiere waren deshalb im Laufe ihrer Lebenszeit Temperaturschwankungen von $+ 9^{\circ}$ bis $+ 25^{\circ}$ C unterworfen.

Die grossen Zuchtgläser mussten ca. jeden Monat, die kleineren etwa alle 14 Tage von den durch die Nahrung eingebrachten und sich unter dem Einfluss des hohen Feuchtigkeitsgehaltes stark vermehrenden Schimmelpilzen gereinigt werden. Zu diesem Zwecke mussten die Tiere in ein neues, sauberes Glas umgesetzt werden. Das Umsetzen selbst erforderte etwas Geschicklichkeit. Grosse Tiere wurden mit einem Pinsel zum Springen gebracht, sodass sie meistens in eine vorgehaltene Glastube sprangen, woraus sie leicht in ihr neues Gefäss geschüttelt werden konnten. Diese äusserst einfache Art versagte aber bei kleinen und frisch ausgeschlüpften Exemplaren. Die Jungen springen einmal wahlloser und dazu sind sie äusserst klein und damit schwer sichtbar. Hier wurde nun zum Umsetzen mit sehr gutem Erfolg der Aspirator benützt, wie er zum Sammeln Verwendung fand.

Als Nahrung verwendeten wir mit gutem Erfolg die Alge *Pleurococcus*. Im Allgemeinen gingen die Tiere die Nahrung gerne an. Zurechtgeschnittene Rindenstückchen (damit die Exuvien gut beobachtet werden konnten), die mit einem dichten Ueberzug dieser Algen besetzt waren, wurden in die Zuchtgläser gebracht. In Zuchten mehrerer Individuen geschah es oft, dass der Algenbelag auf den Rindenstückchen total abgeweidet wurde bis die braunschwarze Rinde hervortrat. In Einzelzuchten musste aber jeweilen die Rinde vorher ersetzt werden, da sich nach 2-3 Wochen infolge der hohen Feuchtigkeit Schimmelpilze ansetzten.

III. DIE EIER

Im Freien sind Eier bis heute von den Autoren nur wenig beobachtet worden. PHILIPTSCHENKO (1912 und 1912 a) und HANDSCHIN (1919) haben gelegentlich zufällige Beobachtungen mitgeteilt. DAVIDSON (1931, 1932 b und 1933 b), DAVIES (1926 und

1928 a), FALKENHAN (1932), HOLDAWAY (1927), RIPPER (1930) und STREBEL (1929 und 1938 b) machen Angaben über Eientwicklung, Eigrössen und Eiablage bei verschiedenen Collembolenarten. Über die Eier von *Orchesellen* berichten nur LÉCAILLON (1901 f) und HANDSCHIN (1928). Sie beobachteten Eiablagen in Zuchten und verfolgten die Entwicklung der Formen.

Während seiner *Embryonalentwicklung* macht das Ei nun bestimmte Veränderungen durch, die bei *Orchesella cincta* in ihren Grundzügen schon von NICOLET (1841, Pl. 1, Fig. 22-27) festgehalten worden sind. Nach der Ablage sind die Eier kugelförmig, sie wachsen während der ersten Tage dauernd. Infolge dieses Wachstums, hauptsächlich aber durch die Vorstülpung des Dorsalorgans erweist sich nun am 2.—4. Tag (je nach Temperatur) das Chorion als zu klein. Es springt auf und legt sich polkappenartig über die neuentstandene sekundäre Eihülle (Chorionsprung). Diese weist im breiten ringförmigen Raum zwischen beiden Polkappen borstenartige Gebilde auf. Der gegenüber dem übrigen Ei etwas dunklere Keimstreif wird nun bereits sichtbar und dazu treten auch die zwei zuerst schwach orangeroten, später bis dunkelbraun werdenden Augenflecken hervor. Wenige Tage später sind auch die beiden Antennen als schwach violette Gebilde zu beobachten. Sodann dunkelt das Ei ein und wird violettlich; die Bildung des Embryos ist soweit vorgeschritten, dass er in kurzer Zeit schlüpfen kann. Die Entwicklung dieser Phasen ist bei sämtlichen von uns beobachteten Formen gleich.

Bei den von uns gezüchteten Arten *cincta*, *villosa* und *flavescens* konnten Eiablagen in Zuchten bei Tieren mittlerer bis maximaler Grösse jeweilen in ein paar Tagen nach dem Einbringen in die Zuchtgläser beobachtet werden. Wesentlich schwieriger war es allerdings Eiablagen bei *bifasciata*, *capillata*, *jurassica* und *quinquefasciata* zu erhalten. Sicher stand dies im Zusammenhang mit den Zuchtverhältnissen, die bei diesen Arten zu wünschen übrig liessen. In einer Zucht mehrerer Exemplare von *Orchesella quinquefasciata* fanden sich 7 Tage nach dem Einbringen ungefähr 20 Eier. Von *capillata* waren eine grössere Anzahl Eier im Fangglas vorhanden. Obschon die Tiere weiter nicht isoliert oder gestört wurden, legten sie in Zucht doch keine weiteren Eier mehr ab. *Orchesella bifasciata* und *jurassica* waren ebenfalls nur schwer zur Ablage zu bringen.

Im allgemeinen sind die frisch abgelegten Eier sehr empfindlich

gegen Trockenheit. Bereits das Übersetzen frischer Eier mit dem Pinsel durch die trockene Luft aus einem feuchtigkeitsgesättigten Gläschen ins andere verursacht Schrumpfen und damit Eingehen derselben. Nach dem Chorionsprung sind die Eier allgemein weniger empfindlich gegen Trockenheit und auch gegen zu starke Feuchtigkeit solange sie nur kürzere Zeit (1—2 Tage) darin verweilen. Sie ertragen sogar stärkere Trockenheit als die Tiere selbst, wie dies übrigens bereits RIPPER (1930) an *Hypogastrura manubrialis*, STREBEL (1932) an *Hypogastrura purpurascens* und FALKENHAN (1932) an *Sminthurides aquaticus* festgestellt haben.

Das Schlüpfen aus dem Ei konnte zu verschiedenen Malen beobachtet werden. Am Ei sind vorgängig keine Bewegungen des Embryos zu sehen. Doch hat das Ei seit der Ablage andere Gestalt und Farbe angenommen, wie bereits weiter oben geschildert wurde. Plötzlich reisst die Schale am Äquator auf, zuerst kommt der Kopf, resp. die Antennen zum Vorschein, dann streckt sich das ausschlüpfende Jungtier etwas. Durch krümmende Bewegungen gelangt es schliesslich aus der Hülle heraus. Die Furka ist noch ausgestreckt und wird erst nach einigen Bewegungen eingeklappt. Anfangs ist das Tier in seinen Bewegungen noch etwas unbeholfen. Die noch feuchten Borsten liegen dem Körper einige Zeit an.

Die Entwicklungszeit der Eier ist bei den untersuchten Formen je nach der Temperatur verschieden. Von *Orchesella cincta*, *villosa* und *flavescens* gibt Tabelle 1 eine Anzahl Entwicklungszeiten wieder. Von den übrigen gezüchteten Formen sind nur wenige Angaben vorhanden. Die Embryonalentwicklung dauert bei *cincta* und *villosa* je nach der Temperatur 6—23 Tage. *Orchesella bifasciata*, *capillata*, *flavescens*, *jurassica* und *quinfasciata* zeigen bei 18—24° C eine Entwicklungszeit von 8—10 Tagen. Von den letztgenannten Arten konnten nur wenige Daten erhalten werden.

Der Chorionsprung erfolgte bei allen Arten ungefähr zur gleichen Zeit. Er tritt nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der Zeit der gesamten Embryonalentwicklung ein (Tabelle 1). Das Sichtbarwerden der Antennen und des Augenpigmentes lässt sich zeitlich schwerer fixieren, da die Intensität der Färbung Schwankungen unterworfen ist, welche den Zeitpunkt des Auftretens nicht immer genau festlegen lassen.

TABELLE 1. — Abhängigkeit der Eientwicklung von der Temperatur.
O. cincta.

Ablage	Chorion- sprung. Tage	Augen Tage	Ant. Tage	Schlüpftag	Embr. entw.	Temp. °C
3.1	4		11	24.1	21	12-13
12.1	5	10		28.1	16	13-14
20.1	4	10		5.2	16	14-15
24.1	4	8		8.2	15	15
17.1	4	11		31.1	14	14-15
17.4				29.4	12	15-16
15.8				24.8	9	21
5.6				14.6	9	22-23
6.7				14.7	8	24
18.6				25.6	7	24-25
17.7	1	3		23.7	6	23-24
18.7	1	4		24.7	6	23-24

O. villosa.

Ablage	Chorion- sprung. Tage	Augen Tage	Ant. Tage	Schlüpftag	Embr. entw.	Temp. °C
12.1	6	13	16	3.2	22	12-13
28.12				15.1	18	12-13
14.12				31.12	17	13-14
4.2				20.2	16	15-16
3.2	3			16.2	14	15-16
22.3	4			4.4	13	17-18
1.2	4			14.2	13	15-16
25.1	3	8	10	7.2	13	14-15
8.1		5		20.1	12	15-16
22.2	5			6.3	12	16-17
22.6	3			1.7	9	24-25
31.8	2			8.9	8	22
20.8	3	5		28.8	8	22
10.8		4		17.8	7	21-22
24.7	2			30.7	6	24
31.8	2			6.9	6	22

O. flavescens.

Ablage	Chorion- sprung. Tage	Augen Tage	Ant. Tage	Schlüpftag	Embr. entw.	Temp. °C
4.2	4	9	11	17.2	13	15-16
2.5	3	7		11.5	9	17-18
2.7				10.7	8	23-24

EIGRÖSSE UND EIWACHSTUM.

Die frisch abgelegten, gelblichweissen Eier sind kugelförmig und besitzen bei *cincta*, *flavescens*, *quinquefasciata* und *villosa* ungefähr den gleichen Durchmesser von 0,20—0,25 mm. *Orchesella bifasciata*, *capillata* und *jurassica* haben einen Eidurchmesser von 0,17—0,18 mm. In den ersten Tagen wechselt die Farbe ins reingelbe und zugleich wachsen *cincta*, *flavescens*, *quinquefasciata* und *villosa* zu einem Durchmesser von 0,27—0,30 mm, *bifasciata*, *capillata* und *jurassica* zu einem solchen von maximal 0,23—0,25 mm an.

Mit dem Erreichen dieser maximalen Werte tritt der Chorionsprung ein. Nach diesem wurden die Eier wieder etwas heller gelblich, um dann im Laufe der weiteren Entwicklung aber erneut stark einzudunkeln. Kurz vor dem Schlüpfen besitzen die Eier der *Orchesella cincta*, *bifasciata*, *jurassica*, *quinquefasciata* und *villosa* eine violett-schwärzliche Farbe. Die Eier der *capillata* und der *flavescens* dunkeln nie so stark ein wie die der anderen Formen, was mit der eher schwachen Pigmentierung der ausschlüpfenden Jungtiere zusammenhängen mag.

Die Verschiedenheiten der Eigrössen sind im übrigen in Zusammenhang mit der Grösse der Adulttiere. So zeigen die *Orchesella flavescens*, *quinquefasciata* und *villosa* grosse, *cincta* als Zwischenform besitzt etwas kleinere Eier. Kleine Eier entsprechend ihrer maximalen Körpergrösse haben dann *bifasciata*, *capillata* und *jurassica*.

Die Figuren 2—4 sollen noch das Eiwachstum der *O. cincta*, *flavescens* und *villosa* illustrieren. Bei den einzelnen Punkten handelt es sich jeweilen um Mittelwerte, die Messungen von 15—20 Eiern entnommen sind. Deutlich wird hier das wahrscheinlich kontinuierliche Wachstum vor dem Chorionsprung. Nach dem Chorionsprung findet kein Wachstum mehr statt. Die verschiedene Steilheit dieser Wachstumskurven rührt von den verschiedenen Zuchttemperaturen her, unter denen die Eier der einzelnen Arten rein zufällig aufgezogen wurden.

Vergleichen wir alle diese Daten mit denen, die bei anderen Collembolen gefunden wurden. Es fällt einmal auf, dass *Hypogastrura* nach Angaben von RIPPER (1930) und STREBEL (1929

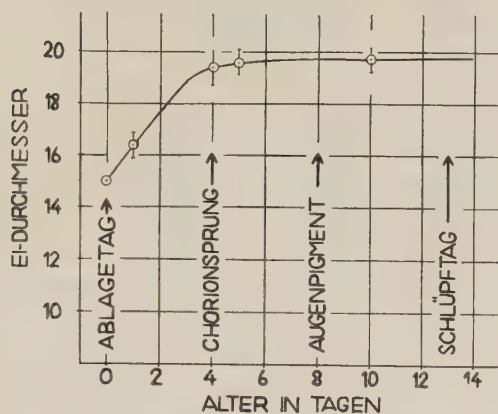
EI-WACHSTUM *O. VILLOSA* 14-15°C

FIG. 2.

Wachstum der Eier eines Geleges (15 Eier)
von *Orchesella villosa*.
(Eidurchmesser in Mikrometereinheiten,
10 Einheiten = 0,152 mm.)

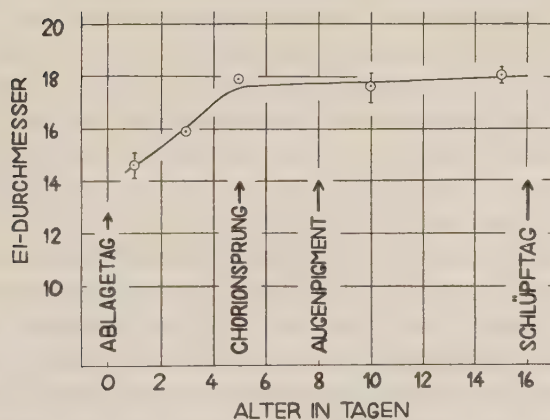
EI-WACHSTUM *O. CINCTA* 13-14°C

FIG. 3.

Wachstum der Eier eines Geleges (20 Eier)
von *Orchesella cincta*.

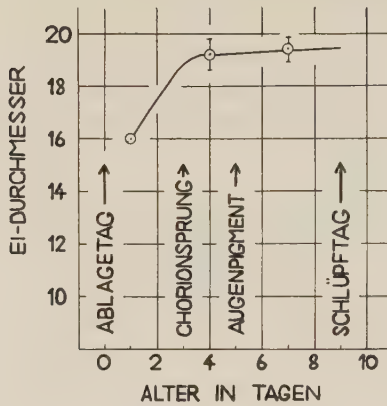
EI-WACHSTUM *O. FLAVESCENS* 17-18°C

FIG. 4.

Wachstum der Eier eines Geleges (15 Eier)
von *Orchesella flavescens*.

und 1932) eine wesentlich längere Embryonalentwicklung von 19—36 Tagen besitzt. Ähnliche Zeiten wie bei *Orchesella* finden wir nach HANDSCHIN (1928) bei *Entomobrya* und *Onychiurus* und nach STREBEL (1938 b) bei *Tomocerus vulgaris*, die eine Entwicklungszeit von 8—15 Tagen besitzen. Für *Sminthurinus niger* gibt STREBEL (1929) eine Embryonalentwicklung von 10—14 Tagen an, während FALKENHAN (1932) für *Sminthurides aquaticus* 4—8 Tage (bei Überwinterung bis 5 Monate) gefunden hatte. Wesentlich andere Angaben machen DAVIDSON (1931, 1932, 1933) und DAVIES (1926, 1928 a) über *Sminthurus viridis*. So findet DAVIDSON (1931) neben weiteren Angaben bei einer Temperatur von 25° eine Entwicklungszeit von 8 Tagen, bei 20° C eine solche von 10 Tagen und bei 12° eine solche von 26 Tagen.

Nach diesen Angaben über die Entwicklungsdauer einiger weniger Formen scheint festzustehen, dass *Hypogastruriden* eine wesentlich grössere und *Sminthuriden* eine kleinere, oder auch ähnliche Entwicklungszeit wie die *Orchesellen* besitzen. Die mit *Orchesella* näher verwandten Formen *Entomobrya*, *Isotoma* und *Onychiurus* zeigen wahrscheinlich ähnliche Entwicklungszeiten wie *Orchesella*.

IV. EINTRITT DER GESCHLECHTSREIFE EIABLAGAGE

Die bisherigen Beobachtungen über die *postembryonale Entwicklung* der Collembolen zeigen, dass mit dem Erlangen der Geschlechtsreife das Wachstum der Formen noch nicht abgeschlossen ist und dass die Häutungen nach der Eiablage auf beliebige, unbestimmte Zeit weitergehen. Die Collembolen unterscheiden sich darin also von allen übrigen Insekten, bei welchen das Erreichen des Adult- oder Imaginalstadiums zugleich den Abschluss des Wachstumsprozesses und das Erreichen der Geschlechtsreife darstellt. Deshalb wird im Folgenden zwischen zwei Wachstumsphasen unterschieden, von denen die erste vom Schlüpfstage bis zum Erreichen der Geschlechtsreife, also zur ersten Eiablage sich erstreckt und als *Juvenilphase* bezeichnet wird. Nach dieser tritt das Tier in die *Adultphase* ein, welche zeitlich durch den Tod des Individuums begrenzt wird. In dieser Adultphase geht das Wachstum der Formen weiter und zudem sind sie auch morphologisch noch gewissen Veränderungen unterworfen, die später gewürdigt werden sollen.

Da die Dauer der Entwicklungsprozesse sehr stark von der Aussentemperatur abhängig ist, war auch vorauszusehen, dass die *Dauer der Juvenilphase* bei den verschiedenen Individuen nach der Jahreszeit variieren werde. Es war daher interessant einmal festzustellen, in welcher Körpergrösse und in welchem Häutungsstadium die Eiablagen erfolgen, d. h. in welchem Alter und Häutungsstadium die Orchesellen Geschlechtsreife erlangen. Wenn nun auch die Zuchten nicht unter dem Einfluss konstanter Temperatur ausgeführt wurden, so entsprechen doch die in Zimmertemperatur vorgenommenen Kontrollen, verglichen mit solchen die der Aussentemperatur ausgesetzt wurden, diesen Regeln. Eiablagen wurden in Massenzuchten vom Frühling bis in den späten Herbst beobachtet. Das Erreichen der Geschlechtsreife und das Eintreten in die Periode der Fortpflanzung scheint somit nicht an eine spezielle Jahreszeit gebunden zu sein und dürfte im Freien vielleicht nur während der Wintermonate nicht stattfinden.

Aus unserem Material stehen nun gute Beobachtungen von *O. villosa* und *cincta*, sowie einige Daten über *flavescens* zur Verfügung. Aus ihnen geht hervor, dass alle drei Arten ähnliche, wenn nicht sogar gleiche Juvenilphasen besitzen. Die Tabellen 2 und 3 zeigen die Juvenilphasen einer Anzahl Tiere aus Zuchten von *O. villosa* und *cincta*.

Bei *Orchesella villosa* wurde bei einer mittleren Temperatur von 22—23° C die Geschlechtsreife nach 30—50 Lebenstagen und

TABELLE 2.

Uebersicht der Juvenilphasen einiger Zuchten von O. villosa.

Zucht Nr.	Schlüpf-tag	Dauer der Juvenilphase Tage	1. Eiablage	Erreichte Körpergrösse mm	Häutungen	Weitere Eiablagen	Individuen ♀
1	17.8	33	19.9		11-12	28.12, 24.1 23.2, 28.2 22.3	2
2	25.6	37	1.8			27.12, 20.2 8.3	3
3	9.7	43	21.8			9.9	
4	5.6	45	20.7			13.8, 21.8 31.8, 12.9	2
5	15.5	47	1.7	2,4-2,7	10-11	—	1
6	26.6	50	15.8			25.9	
7	30.6	51	20.8				
8	4.5	61	4.7	2,7-3	12-13		7
9	26.6	66	31.8			9.9	2
10	20.7	70	28.9				
11	2.2	70	13.4	2,4-2,7	11		1
12	13.3	96	15.6	2,6-2,9	12-13		3
13	22.9	132	1.2		13-14		7

nach der 10—13. Häutung erreicht (Monate Mai-August, Tabelle 2). Während der Wintermonate hingegen dauerte bei einer mittleren Temperatur von 10—12° C die Juvenilphase 130—180 Tage. Bemerkenswert ist dabei, dass das Erreichen der Geschlechtsreife in beiden Fällen an das 10.—13. Häutungsstadium gebunden ist. Dieses allein und nicht die Zeitdauer ist also für den Eintritt der Geschlechtsreife massgebend. Auch hinsichtlich der Körpergrösse zeigen die älteren Wintertiere keinen Unterschied den Sommertieren gegenüber. Beide erreichen mit 10—13 Häutungen eine Körpergrösse von 2,3—2,9 mm, was eigentlich zu erwarten ist, da die

Stufen des Grössenwachstums bei den Insekten jeweilen durch die einzelnen Häutungen begrenzt werden. Die maximalen Ausmasse sind also mit anderen Worten durch die maximale Dehnungsmöglichkeit des Chitinpanzers schon direkt nach der Vollendung der Häutung für die ganze folgende Lebensphase bedingt.

TABELLE 3.

Uebersicht der Juvenilphasen einiger Zuchten von O. cincta.

Zucht Nr.	Schlüpftag	Dauer der Juvenilphase Tage	1. Eiablage	Erreichte Körpergrösse mm	Häutungen	Weitere Ablagen	Individuen ♀
1	16.7	37	22.8				
2	20.4	43	2.6	2,3-2,6	10-12		8
3	17.5	44	27.6	2,3	10		3
4	7.6	45	22.7	2,3-2,5	10		1
5	10.5	46	25.6	2,4-2,9	10		1
6	17.5	51	7.7			15.7, 15.8	5
7	27.4	53	19.6				1
8	18.5	54	11.7				
9	10.6	61	10.8	2,6		25.8	
10	20.3	62	27.5	2,4-2,9	11-12		
11	5.4	67	12.6				
12	14.2	68	23.4		11		
13	10.6	72	21.8	3,0			
14	15.3	81	4.6	2,4-3,2			
15	18.5	81	7.8			23.8	
16	7.4	83	29.6	2,1-2,6	12		
17	25.9	144	26.2			11.3, 28.3	
18	16.9	157	20.2	2,7-3,0			
19	25.9	157	1.3		10		
20	18.9	161	26.2	2,8			
21	20.8	176	12.2	2,7-2,9	15		
22	25.9	184	28.3			7.5	

Ganz ähnlich wie *Orchesella villosa* verhält sich *cincta*. Bei ihr erstreckt sich in Sommerzuchten die Juvenilphase über 40—60, im Winter über 160—170 Tage. Dabei sind 10—12 Häutungen notwendig und die Grösse der geschlechtsreifen Tiere schwankt zwischen 2,3 und 2,7 mm (Tabelle 3).

Von *Orchesella flavescens* liegt eine einzige, durchgehende Zucht vor. Die Geschlechtsreife wurde nach 51 Tagen oder 12—14 Häutungen erreicht. Die Körpergrösse entsprach dabei vollständig derjenigen von *cincta*.

Von anderen Collembolenarten teilen STREBEL (1929) und FALKENHAN (1932) über das Alter der geschlechtsreifen Tiere mit, dass *Sminthurinus niger* und *Sminthurides aquaticus* im Alter von 2—4 Wochen zur Eiablage schreiten. Ähnliche Zahlen geben HOLDAWAY (1927), DAVIES (1928 a) und DAVIDSON (1931) für *Sminthurus viridis* an. Nach Strebel (1929) beginnt *Hypogastrua purpurascens* nach 6—7 Wochen mit der Eiablage.

Als besonders wichtig darf die Feststellung gelten, dass Eiablagen nur in solchen Zuchten erfolgten, bei denen Männchen anwesend

TABELLE 4.

Eiablagen einer Zucht von Orchesella villosa (1 ♂ + 2 ♀).

Ablagen		Lebenstage	Anzahl der Häutungen pro Tier	Häutungsstadium
Schlüpftag . .	17.8			
1. Ablage . .	19.9	33	10-12	10.-12
2. Ablage . .	28.12	133	11	21.-23
3. Ablage . .	24.1	160	1-2	22.-25
4. Ablage . .	13.2	180	2	24.-27
5. Ablage . .	28.2	195	2-3	26.-30
6. Ablage . .	22.3	217	2	28.-32
Tod	13.6	300		34.-36

waren. Dabei gingen in Einzelzuchten, wo jeweils nur ein Männchen und ein Weibchen gehalten wurden, die Tiere fast regelmässig nach der Eiablage ein. Wurden aber einem Männchen mehrere Weibchen beigegeben, so legten sie hintereinander in verschiedenen Zeitabständen Eier ab. Die folgende Tabelle 4 gibt die Ablage einer Zucht von *Orchesella villosa* wieder.

Aus der Zusammenstellung (Tabellen 2—4) geht hervor, dass pro Weibchen mit durchschnittlich 2—4 Ablagen gerechnet werden kann. Zwischen dem 30.9 und dem 30.10 war in der in Tabelle 4 dargestellten Zucht ein Beobachtungsunterbruch eingetreten, sodass zu dieser Zeit wohl eine weitere Ablage erfolgt sein könnte. Bei der 2. Ablage könnte es sich der Anzahl der abgelegten Eier um eine Eiablage beider Weibchen handeln. In einem anderen Fall von zwei Weibchen in einer Zucht erfolgten total 6 Ablagen.

Ähnliche Verhältnisse konnten wir auch bei *O. cincta* feststellen. In einer Zucht konnte ein einzelnes Weibchen bei drei Eiablagen

beobachtet werden. Mehr Eiablagen konnten nicht festgestellt werden, sodass auch bei *cincta* mit 2—3 Ablagen pro Weibchen gerechnet werden muss.

In Zuchten mehrerer Exemplare lassen sich die Häutungen nicht immer bestimmten Tieren zuteilen, deshalb ist eine genaue Angabe der Häutungszahl zwischen zwei Ablagen heute noch nicht möglich. Ungefähre Angaben können aber bereits gemacht werden. Nach der obigen Tabelle 4 betragen die Abstände zwischen zwei Ablagen eines Weibchens 3—5 Häutungen. Ähnliche Zahlen konnten auch in anderen Zuchten von *O. cincta* und *villosa* beobachtet werden.

In den Zuchten scheint der Einfluss der Temperatur auf die Ablage der Eier direkt gering zu sein. Wir konnten Ablagen in unseren Zuchten vom Dezember bis in den October feststellen, einzig von Mitte Oktober bis Mitte Dezember unterblieb die Eiablage. Diesem Unterbruch darf aber keine allzu grosse Bedeutung beigemessen werden, denn sehr wahrscheinlich waren zu dieser Zeit keine geschlechtsreifen Tiere in den Zuchten.

Auch im Freien dürften sehr wahrscheinlich Eiablagen vom Frühling bis in den Herbst stattfinden, denn wir konnten in der Umgebung von Basel und im Basler Tafeljura vom April bis in den November kleine, junge Tiere finden. Nach unseren Züchterfahrungen scheint es, dass auch im Freien die Ablagen jederzeit und nicht zu bestimmten periodischen Abständen erfolgen. Wenn wir auch die in unseren Zuchten erhaltenen Resultate nicht mit dem natürlichen Vorkommen und Geschehen im Freien gleichsetzen wollen, so glauben wir doch, dass eine strengere Periodizität der Eiablage und des Auftretens der Jungtiere durch die gänzlich anderen klimatischen Verhältnisse bedingt wird. Dabei zeigt sich sicher namentlich beeinflusst durch die sich verschiebende Wachstumsgeschwindigkeit und der damit in Verbindung stehenden verschiedenen Reifezeit, ein quantitatives und qualitatives Verschieben der Menge.

AGRELL (1941) hat eine ganze Anzahl Collembolenarten auf ihr phänologisches Auftreten hin untersucht. Er gelangt zum Schluss, dass die meisten Arten in ihrem Auftreten eine deutliche Periodizität zeigen, sodass in den von ihm untersuchten alpinen Gebieten Arten mit nur einer und andere mit zwei jährlichen Generationen unterschieden werden können. Der Zeitpunkt des

Auftretens einer neuen Generation steht fest und ist abhängig vom Zeitpunkt der schneefreien Periode. Die meisten untersuchten Arten überwintern nach Agrell sowohl als Eier wie als mehr oder weniger vollentwickelte Tiere.

Eine Periodizität im Auftreten von Jungtieren der *Orchesellen* in tieferen Lagen ist nach unseren Funden weniger auffällig, denn es überwintern Tiere verschiedener Grösse. Über das Auftreten in höheren Lagen können wir auf Grund der zeitlich wenig auseinanderliegenden Funde nichts aussagen. Sicher steht fest, dass Tiere von *O. quinquefasciata* und von *O. arcuata* überwintern, denn wir fanden bereits wenige Tage nach der Schneeschmelze grosse Tiere dieser beiden Arten.

Die abgelegten Eier verlangen für ihre weitere Entwicklung ein gewisses Mass an Feuchtigkeit. So wurden sie jeweilen in der Nähe feuchter Gegenstände gefunden. Die Ablage erfolgte in den meisten Fällen auf das Gipsstückchen, oft auch zwischen Gips und Zuchtglasboden oder in Ritzen und Löcher im Gips. War der Gips zu stark befeuchtet, so fanden sich die Eier abseits des Gipsblockes, meistens zwischen einzelnen Kotbällen befestigt. In keinem Falle beobachteten wir aber, dass die Eier mit Kot überdeckt wurden, wie das DAVIDSON (1931) von *Sminthurus viridis* berichtet. Auch waren die Eier selten zu Gelegen vereinigt, sondern meist einzeln oder zu 2—5 Stück perlschnurähnlich angeordnet beieinander.

Die Eizahl bewegt sich in gewissen Grenzen. So zählten wir bei *O. villosa* pro Gelege eines Weibchens 22—27, bei *cincta* 22—30 Eier. Diese Zahl dürfte auch für die übrigen Formen schon im Hinblick auf die geringe Körpergrösse massgebend sein. Auf Grund der Anzahl der Gelege eines Weibchens kann mit einer Durchschnittsablage von 60—80 Eiern pro Weibchen gerechnet werden.

Copulationsvorgänge sind bisher bei Collembolen selten beobachtet worden. Copula haben LEMOINE (1882) von *Sminthurus fuscus*, LIE-PETTERSEN (1899) von *Sminthurus novemlineatus*, WILLEM (1925 b) von *Archisotoma besselsi* und neuerdings STREBEL (1932) und FALKENHAN (1932) von *Sminthurides aquaticus* beschrieben. Das Männchen wird dabei vom Weibchen während Stunden an den Antennen aufgehängt herumgetragen. Nach einiger Zeit findet eine Copula statt, bei der das Männchen sein Sperma mit

der Schnauze in die weibliche Geschlechtsöffnung einführt. Die Begattung kommt aber nur bei Formen mit Greifantennen wie sie *Sminthuriden* zum Teil besitzen in Frage.

STREBEL (1932 und 1938 *b*) hat weder bei *Hypogastrura* noch bei *Tomocerus* einen ähnlichen Vorgang beobachtet. Trotz der vielen täglichen Kontrollen unserer Zuchten ist auch uns bei den *Orchesellen* ein Copula-ähnlicher Vorgang nicht aufgefallen. Ebenso gelang es uns nie Eiablagen zu beobachten.

In der Literatur sind leider nur wenige Angaben über die Juvenilphase und die Eiablage anderer Collembolenformen vorhanden. FALKENHAN (1932) beobachtete bei *Sminthurides aquaticus* Ablagen nach der 4.—5. Häutung und einer Juvenilphase von 20—30 Tagen. Allerdings stellt er bei seinen Formen auch nur 7 Häutungen während des Lebens fest. STREBEL (1938 *b*) findet bei *Tomocerus* über den Winter eine Juvenilphase von 5—7 Monaten. Nach Angaben von RIPPER (1930) und STREBEL (1932) besitzt *Hypogastrura purpurascens* und *manubrialis* eine Juvenilphase von 5—7 Wochen.

In früheren Arbeiten wurde auf die Möglichkeit der Parthenogenese bei Collembolen öfters hingewiesen. Der Mangel an sekundären Geschlechtsmerkmalen bei den meisten Collembolen hat sicher viel zu solchen Annahmen beigetragen. Doch ist bis heute keine einziger Fall von Parthenogenese bei Collembolen belegt worden. STREBEL (1932 und 1938 *b*) lehnt nun diese Fortpflanzungsmöglichkeit nach seinen Beobachtungen entschieden ab. Durch seine Untersuchungen an *Tomocerus vulgaris* kommt er zum Schluss dass Parthenogenese bei dieser Art nicht in Frage komme, da bei ca. 8 einzeln gehaltenen Weibchen nie eine Eiablage festgestellt wurde. Bei den vielen Exemplaren verschiedener Arten, die wir nun ab ovo aufgezüchtet haben, sind uns nur zwei Fälle einer Eiablage einzeln gehaltener Exemplare aufgefallen.

Ein Exemplar von *Orchesella villosa*, das seit seinem 30. Lebenstag allein war, legte nach 189 Lebenstagen und 26 Häutungen bei einer Körpergrösse von 4,2 mm eine Anzahl Eier ab. Die Eier entwickelten sich normal, hingegen gingen die ausgeschlüpften Jungen nach wenigen Tagen ein. Eine Befruchtung in den ersten 30 Lebenstagen kommt kaum in Frage, da das Tier im Zeitpunkt des Beisammenseins noch sehr klein war und erst wenige Häutungen

hinter sich hatte. Auch wird die Geschlechtsreife ja erst nach 12—14 Häutungen erreicht, während das vorliegende Tier sich im Zeitpunkt der Isolierung erst im 4. Häutungsstadium befand. Wenn hier eine allfällige prämatüre Copulation anzunehmen wäre, d. h. wenn die Receptacula sich mit Sperma gefüllt hätten, so wären sie als ectodermale Einstülpungen sicher im Laufe der zahlreichen Häutungen automatisch entlehrt worden.

Ebenso legte ein Tier von *Orchesella cincta*, das seit seinem 17. Lebenstag (3. Häutung) allein war, am 107. Lebenstag (also nach 16 Häutungen) wenige Eier ab, die sich aber nicht entwickelten. Ein Chorionsprung trat nicht ein und bald zerfielen die Eier, obschon Schimmelpilze von ihnen ferngehalten wurden.

Über die Lebensfähigkeit der Jungen und Eier dieser beiden Tiere etwas bestimmtes auszusagen, ist nicht möglich. Doch müssen wir konstatieren, dass auch bei normal befruchteten Eiern im allgemeinen viele Tiere ausschlüpfen. Von ihnen sind aber immer nur wenige Prozent lebensfähig oder erreichen die Geschlechtsreife.

Nach diesen Daten dürfen wir annehmen, dass falls Parthenogenese bei *O. cincta* und *villosa* vorkommt, sie sicher als fakultativ anzusehen ist.

V. DIE HÄUTUNG

Der Häutungs Vorgang konnte mehrfach verfolgt und dabei die Beobachtungen von STREBEL (1932 und 1938 b) und von FALKENHAN (1932) bestätigt werden. Folgende Veränderungen sind als Einleitung zur Häutung zu beobachten: Das Tier sitzt wenige Tage vor der Häutung, ohne Nahrung aufzunehmen, unbeweglich im Glas. Diese Ruhezeit kann je nach der Temperatur 1—3 Tage dauern. Zu dieser Zeit gestörte Tiere springen nur ungern und verlassen oft nicht einmal ihren Platz, wenn sie mit dem Pinsel gereizt werden. Während dieser Ruhe löst sich die alte Haut von der neuen Körperdecke los und ebenso wird der Vorder- und der Enddarm mit neuem Chitin ausgekleidet. Man kann jeweilen an den Beinen und Antennen, die sich zurückziehenden Gliedmassen wie in einem Futterale steckend, beobachten.

Auch sind in den letzten 1-2 Tagen vor der eigentlichen Häutung die Tiere an einer eigentümlichen Zeichnung an Kopf und Körper

zu erkennen. Alle von uns gezüchteten Orchesellen zeigen zwischen alter und neuer Cuticula, unter der bereits abgehobenen alten Haut, sich über den ganzen Körper ziehende Strähnen von schwarzen Borsten. Während eine schmale dorsale, mediane Partie des Körpers frei von diesen Borsten ist, ist der übrige Rücken mit den schräg nach aussen verlaufenden Büscheln von Borsten bedeckt. Es handelt sich hier um die grossen Spatelborsten der neuen Haut, die unter der jetzt abgehobenen alten Chitinhaut entstanden sind. Dieses Borstenbild, der von der neuen Cuticula gebildeten Borsten kurz vor der Häutung, konnte bereits an Jungtieren vor deren erster Häutung festgestellt werden.

Die Abstossung der Exuvie vom Körper, der eigentliche Häutungs v o r g a n g, vollzieht sich sehr rasch und zeigt bei allen beobachteten Formen den gleichen Verlauf. Kopf und Thorax werden einige Male aufgebäumt, dabei platzt die Haut in der Gegend des Pro- und Mesothorax. Der Kopf wird in diesem Augenblick nach unten gedrückt und die Antennen, Beine und Furka auf der Bauchseite nach hinten ausgestreckt. Mittlererweile hat sich die Haut in der Medianen weiter geöffnet. Durch ruckartige Bewegungen des ganzen Körpers wird nun Kopf und Thorax zuerst aus der alten Exuvie gezogen. Bewegungen des Kopfes befreien die Antennen und mit 2—3 brüsken Bewegungen werden Abdomen und Beine aus der Haut gezogen. Die Haut hängt nun nur noch an der Furka.

Jetzt legt sich das Tier meistens schwach und sichtlich matt und hilflos auf die Seite, zittert mit den Beinen und öffnet einige Male den Mund. Die erektilen Blasen des Ventraltubus werden mehrere Male ausgestossen und wieder hereingezogen. Die Furka liegt noch immer ausgestreckt nach hinten. Nach ca. einer Minute wird mit einer schnellen Bewegung diese an den Körper gezogen. Zugleich steht das Tier auf seine Beine und mit einem weiteren Ruck wird die Haut von der Furka gelöst. Oft schleift das Tier die Exuvie noch für einige Augenblicke nach.

Ungefähr einen Tag nach der Häutung wird das Mitteldarmepithel ausgestossen. Auf Grund einer Anzahl Schnitte durch *Orchesellen* darf angenommen werden, dass dieser Vorgang ähnlich verläuft wie bei *Tomocerus niger* (FOLSOM und WELLES 1906). Das Epithel fällt als weisslichgelber, zylindrischer Ballen von der Grösse eines Kotballens auf. Einzelne Wüllste lassen erkennen, dass es sich

um ein gefaltetes, häutiges Gebilde handelt. Diese Ballen konnten bereits bei Jungtieren kurz nach der ersten Häutung beobachtet werden.

Wie schon bei der Schilderung der Eiablagen und dem damit in Verbindung stehenden Prozess der Geschlechtsreife geschildert wurde, finden bei den Collembolen *aussergewöhnlich* viele Häutungen statt. Auf diese auffallende Tatsache ist schon von vielen Autoren hingewiesen worden. So fand SOMMER (1885) dass *Tomocerus longicornis* sich alle 14 Tage bis 3 Wochen häutete. RIPPER (1930) gibt von *Hypogastrura manubrialis* wesentlich kleinere Zahlen an (7—8 Tage). STREBEL (1932) beobachtete an *Tomocerus minor* Häutungsintervalle von 12—38 Tagen, an *Hypogastrura purpurascens* solche von 4-15 Tagen. Nach seinen Feststellungen soll sich *Sminthurinus niger* z. T. sogar nur alle 5—8 Wochen häuten. FALKENHAN (1932) fand bei *Sminthurides aquaticus* Intervalle von 3—16 Tagen. STREBEL (1938 *b*) stellte an *Tomocerus vulgaris* Häutungsintervalle von 4—30 Tagen fest. Einzeltiere in seinen Zuchten hatten hintereinander wesentlich abweichende Häutungsintervalle. Er vermutet, dass sich die Art während des Lebens nach seinen Berechnungen bis 38 mal häutet. Bei einem älteren Einzeltier beobachtete er während 301 Tagen im Maximum 25 Häutungen. Die einzige Angabe über *Orchesellen* findet sich bei HANDSCHIN (1928), der Häutungsintervalle bei *Orchesella cincta* von 3—10 Tagen gefunden hat.

Alle Autoren weisen auf die Abhängigkeit des Häutungsintervalles von Aussenfaktoren hin, unter welchen für den Ablauf der Prozesse die Temperatur naturgemäss die erste zeitliche Rolle spielt.

Es war nun aus diesem Grunde angezeigt bei den verschiedenen Orchesellenformen Dauerbeobachtungen von ab ovo in Einzelhaft gehaltenen Exemplaren durchzuführen. Die beigelegten Tabellen 5—11 sollen bei je einer Anzahl Individuen der verschiedenen Arten die Häutungsintervalle veranschaulichen.

Die Zusammenstellungen zeigen, dass verschiedene Tiere vom gleichen Häutungsstadium individuell sehr verschiedene Häutungsintervalle haben können. Zudem bemerken wir noch eine starke Inkonstanz der einzelnen Intervalle eines Tieres im Laufe des Lebens. Diese Tatsache ist besonders auffallend bei Geschwistertieren (vom gleichen Schlüpftag und vom gleichen Elternpaar), die

TABELLE 5. — Häutungsintervalle von gezüchteten Männchen und Weibchen der *Orchesella villosa*

Tier Nr. .	15 ♀	16 ♀	4 ♀	2 ♀	6 ♀	19 ♂	21 ♂	22 ♂
Schlüpftag	16.1	22.1	5.6	25.6	26.6	15.1	2.2	20.10
Lebensdauer	325	195	395	325	370	242	201	309
Mittler. Ht. intervall . .	6,9	7,2	6,7	8,3	8,0	6,6	6,5	9,0
Häutungs-Nr.								
1. . .	14	10	4	2	3	12	9	6
2. . .	7	8	6	3	3	10	5	5
3. . .	7	4	3	3	3	10	6	6
4. . .	7	6	4	3	6	7	7	7
5. . .	9	5	2	7	6	6	5	7
6. . .	5	8	2	8	6	5	5	11
7. . .	7	5	3	8	6	7	8	2
8. . .	4	5	4	8	8	7	5	8
9. . .	9	10	4	9	7	8	5	8
10. . .	6	18	7	4	7	7	6	9
11. . .	5	10	8	3	2	9	19	10
12. . .	8	10	8	4	9	10	9	10
13. . .	9	6	6	7	4	9	5	15
14. . .	11	5	8	4	3	7	4	11
15. . .	5	9	7	5	5	5	10	21
16. . .	7	9	4	5	6	7	7	21
17. . .	6	8	5	6	6	7	7	21
18. . .	6	9	4	9	6	4	5	18
19. . .	6	7	4	9	6	7	5	12
20. . .	5	6	4	8	6	7	4	12
21. . .	5	4	7	9	7	7	7	6
22. . .	5	7	6	12	19	2	6	17
23. . .	6	6	10	11	13	5	5	5
24. . .	7	4	12	10	14	6	6	6
25. . .	5	4	12	12	21	4	6	4
26. . .	6	6	12	18	13	7	6	8
27. . .	4	5	7	9	12	4	5	3
28. . .	4		12	10	10	6	4	6
29. . .	4		29	12	10	4	7	4
30. . .	5		12	10	5	7	7	7
31. . .	5		9	10	7	5		4
32. . .	3		9	12	10	5		6
33. . .	6		9	10	6	4		4
34. . .	4		15	9	12			
35. . .	4		7	21	5			
36. . .	7		9		16			
37. . .	8		9		3			
38. . .	8		10		8			
39. . .	7		11		7			
40. . .	9		5		7			
41. . .	7		6		17			
42. . .	6		7					
43. . .	15		7					
44. . .	7		5					
45. . .	7		6					
46. . .	21		6					
47. . .	7		3					
48. . .			4					
49. . .			7					
50. . .			6					

TABELLE 6.

*Häutungsintervalle von gezüchteten Männchen und Weibchen
der Orchesella cincta.*

Tier Nr.	24 ♀	25 ♀	27 ♀	30 ♀	31 ♂	32 ♂	34 ♂
Schlüpftag	3.2	18.2	7.6	25.10	28.1	30.4	7.6
Lebensdauer . . .	183	210	174	268	91	138	101
Mittleres Ht. intervall	5,9	5,7	4,8	7,4	6,0	4,1	4,2
Häutungs-Nr.							
1	8	8	5	22	8	4	5
2	5	5	7	13	6	3	5
3	9	4	7	8	6	3	3
4	3	4	3	8	5	3	6
5	4	4	2	7	6	3	3
6	9	11	2	9	4	4	3
7	13	7	3	8	6	4	4
8	7	4	4	11	6	4	4
9	2	12	3	10	5	3	5
10	14	9	6	13	3	7	5
11	5	7	4	5	7	6	2
12	4	7	4	10	7	4	6
13	6	10	3	7	6	2	3
14	8	7	4	10	8	8	3
15	5	3	4	5	7	5	3
16	5	4	3	8	6	3	3
17	7	5	3	5	5	5	5
18	7	5	4	11	3	3	4
19	4	3	7	5	5	5	4
20	4	5	4	10	2	2	3
21	5	5	4	9	4	4	5
22	5	5	4	4	3	3	6
23	3	3	5	3	3	3	6
24	7	5	3	11	6	6	
25	3	3	7	3	6	6	
26	5	5	6	7	4	4	
27	3	7	3	2	3	3	
28	5	4	4	4	4	4	
29	8	4	9	4	4	4	
30	4	4	8	4	5	5	
31	6	3	7	2	4	4	
32		4	14	2	4	4	
33		6		3	5	5	
34		8		4			
35		8		4			
36		8		11			
37		5		4			

TABELLE 7.

Häutungsintervalle von gezüchteten Exemplaren der Orchesella flavescens.

Tier Nr.	1 ♀	2 ♀	3 ♀	4 ♀	5 ♀	6 ♀	7 ♂
Schlüpftag	24.2	11.5	11.5	11.5	11.5	11.7	28.5
Lebensdauer: Tage	139	76	201	83	137	92	120
Mittleres Ht. intervall Geschlecht .	6,9	5,4	6,5	5,6	6,0	4,8	4,7
Häutungs-Nr.							
1	7	6	6	5	7	5	6
2	5	4	3	5	4	2	3
3	4	4	3	7	6	4	3
4	6	3	5	3	3	4	3
5	9	3	3	3	3	4	5
6	8	3	3	4	4	4	4
7	5	4	4	5	5	3	5
8	7	3	5	5	5	3	6
9	8	2	10	5	9	3	3
10	14	5	5	5	3	6	5
11	7	12	5	5	3	3	3
12	6	6	3	9	9	7	5
13	5	6	6	15	7	6	4
14	6	15	7	3	8	6	9
15	5		8		7	7	6
16	7		4		7	7	3
17	5		4		5	5	5
18	5		6		6	7	4
19	10		14		10	6	5
20	8		7		10		6
21			5		3		6
22			5		7		5
23			5		6		
24			5				
25			13				
26			17				
27			7				
28			7				
29			14				

einzelnen gehalten wurden. Vergleiche mit Zuchten von gleichaltrigen Geschwistern (gleicher Schlüpftag und gleiche Eltern) im gleichen Raum (also unter gleichen Bedingungen) haben gezeigt, dass jedes Tier andere Häutungsintervalle besitzt. Klar ist es, dass sich deshalb auch jedes Individuum in einem andern Häutungsstadium befindet. (Vergl. Tabelle 5, Individ. 15, 19. Tabelle 7, Individ. 1, 2, 6.)

Das erste Häutungsintervall bei frisch geschlüpften Jungtieren ist interessanterweise bedeutend länger als die darauffolgenden. Der

TABELLE 8.

Häutungsintervalle von gezüchteten Exemplaren der O. bifasciata.

Tier Nr.	1 ♀	2 ♀	3 ♀	4 ♀	5 ♀	6 ♂
Schlüpftag	25,5	25,5	6,6	6,6	16,6	25,5
Lebensdauer: Tage	107	91	78	79	55	76
Mittleres Ht. intervall						
Geschlecht	4,1	4,5	5,0	5,0	4,2	4,7
Häutungs-Nr.						
1	6	6	6	9	6	6
2	3	3	7	9	7	5
3	4	9	8	12	5	4
4	5	7	9	7	3	5
5	3	7	4	4	3	5
6	6	10	3	3	3	5
7	5	4	4	3	3	2
8	4	3	3	3	5	5
9	4	7	6	3	3	5
10	4	3	4	5		4
11	5	3	4	3		3
12	4	3	3	3		7
13	3	5	3	3		4
14	4	3	6	5		5
15	5	3	6	4		2
16	5	6				3
17	3	5				
18	3					
19	3					
20	4					
21	4					

berechnete Mittelwert einer Anzahl von ersten Häutungsintervallen ist deutlich grösser als derjenige der folgenden Häutungen (Tabellen 5—11). Dieselbe Tatsache geben bereits HANDSCHIN (1928), FALKENHAN (1932) und STREBEL (1938 *b*) in ihren Tabellen an.

Vergleichen wir noch zum Schluss die Anzahl der Häutungen der einzelnen Arten. Die maximale Zahl von 50 Häutungen fanden wir bei einer *Orchesella villosa*. Bei *Orchesella cincta* stellten wir bis 37 Häutungen fest. 40—50 Häutungen dürften bei den Orchesellen im allgemeinen als Seltenheiten betrachtet werden, die nur ausnahmsweise von Tieren erreicht werden. Meistens konnten bei *O. villosa* und bei *cincta* im Durchschnitt 30—40 Häutungen, bei *cincta* vielleicht auch etwas weniger, beobachtet werden. Ein Tier von *Orchesella flavescens* zeigte 29 Häutungen, die übrigen Individuen

TABELLE 9.

Häutungsintervalle von gezüchteten Exemplaren der O. jurassica.

Tier Nr. ♀	1	2
Schlüpftag	28.5	28.5
Lebensdauer: Tage	96	64
Mittlere Ht. intervall . . .	5,3	4,8
Häutungs-Nr.		
1	6	6
2	4	6
3	4	5
4	4	5
5	4	5
6	10	2
7	9	6
8	3	6
9	4	5
10	3	5
11	4	4
12	4	4
13	3	3
14	8	
15	3	
16	5	
17	6	
18	12	

TABELLE 10.

Häutungsintervalle von gezüchteten Exemplaren der O. capillata.

Tier Nr. ♀	1	2	3
Schlüpftag	18.6	18.6	18.6
Lebensdauer: Tage	83	42	43
Mittl. Ht. intervall	6,3	6,0	6,0
Häutungs-Nr.			
1	8	8	8
2	7	6	6
3	7	4	4
4	2	6	4
5	6	6	8
6	4	2	5
7	4	9	6
8	5		
9	12		
10	8		

TABELLE 11.

Häutungsintervalle von eingebrachten Exemplaren der O. quinquefasciata.

Tier Nr. . . . ♀	1	2	3	4
Eingebracht am .	20.3	9.6	18.7	29.7
Zuchttag	283	80	53	108
Mittl. Ht. intervall	10,5	5,4	6,0	6,8
Häutungs-Zahl X +				
1	5	6	11	5
2	6	5	2	3
3	6	5	3	3
4	6	14	3	3
5	6	7	3	6
6	6	4	6	18
7	4	5	8	4
8	7	5	8	10
9	5	3	9	9
10	4	6		
11	9	3		
12	4	8		
13	8	2		
14	12	3		
15	10			
16	9			
17	29			
18	11			
19	17			
20	48			
21	5			
22	12			
23	11			
24	12			
25	11			
26	11			

gingen bei 18—25 Häutungen ein. Vielleicht dürfte dies mit nicht optimalen Zuchtbedingungen in Zusammenhang gebracht werden. Die übrigen gezüchteten Arten: *bifasciata*, *capillata*, *jurassica* und *arcuata* hatten bedeutend weniger Häutungen (10—20). Doch darf hier erwähnt werden, dass allgemein bei der Aufzucht und Haltung alpiner Insektenformen im Tieflande in den meisten Fällen Schwierigkeiten auftreten. So darf hier sehr wahrscheinlich mit 25—30 Häutungen gerechnet werden, umsomehr als wir z. T. bei eingebrachten Tieren der Adultphase noch 15—20 Häutungen beobachten konnten, so bei *O. capillata* und bei *O. jurassica*.

Unterschiede in den Häutungsintervallen zwischen Männchen und Weibchen konnten keine festgestellt werden. Dagegen erreichen die Männchen im allgemeinen weniger Häutungen und sterben vor den Weibchen.

ABHÄNGIGKEIT VON DER TEMPERATUR.

Vergleiche der verschiedenen Temperaturstufen zeigen, dass die Länge der Häutungsintervalle wohl temperaturabhängig sind.

Tiefe Temperaturen verlängern die Zeit der Intervalle und vermehren naturgemäss ihre Streuung bedeutend. Während der Beobachtungszeit herrschte vom 18.12—10.1 im Zuchtraum eine unregelmässige und schwankende Temperatur von 9—13° C. Die Tiere haben in den Zuchten auf diese niederen Temperaturen

TABELLE 12.

Abhängigkeit der Häutungsintervalle von starker Temperaturerniedrigung bei O. villosa.

Tier Nr.	Häutung Nr.	Intervall Tage	Zeit zwischen beiden Häutungen
4	29	29	29.12-24.1
2	26	18	22.12- 9.1
6	25	21	18.12- 8.1
1	18	20	24.12-14.1
23	18	19	26.12-14.1
24	12	15	20.12- 4.1

sofort reagiert und zeigen eine bedeutende Verlängerung des Zeitintervalls zwischen zwei Häutungen (Tabelle 12).

Andererseits zeigt sich, dass bei einer Temperaturerhöhung um 5° C die mittleren Häutungsintervalle der Tiere der Adultphase nur noch ca. die Hälfte betragen. Diese mittleren Häutungsintervalle sind bei konstanter Temperatur bei allen Arten ungefähr gleich gross. Um aus dem Zahlenmaterial der Häutungsintervalle Temperaturabhängigkeiten festzustellen, haben wir versucht drei angenähert temperaturkonstante Zeiträume (15.1—15.3, 1.5—1.7, 1.7—1.9) zu betrachten und in der nachstehenden Tabelle 13 festzuhalten. Die Tabelle stellt die mittleren Häutungsintervalle einer

Anzahl Tiere verschiedenen Alters während diesen $\pm$ temperaturkonstanten Zeiten dar.

Es fällt auf, dass die Grösse des Häutungsintervalles bei Tieren der Adultphase unabhängig vom Alter des Tieres ist. Exemplare nach der

TABELLE 13.

Vergleich der mittleren Häutungsintervalle von Tieren der Adultphase während temperaturkonstanten Zeiten.

	15.1-15.3 13-15° C	1.5-1.7 18-20°	1.7-1.9 21-23°
<i>O. villosa</i>	11,6	6,2	5,1
<i>cincta</i>	10,2	5,4	4,6
<i>flavescens</i>	11,1	6,1	5,1
<i>bifasciata</i>		5,3	4,0
<i>jurassica</i>		5,0	4,9
<i>quinquefasciata</i>		5,5	5,6

10. Häutung zeigen alle ungefähr das gleiche mittlere Häutungsintervall; junge Tiere bis zur 10. Häutung haben in der Regel immer ein etwas kleineres mittleres Häutungsintervall. Diese Tatsache fällt besonders bei den Zuchten vom 15.1—15.3 infolge

TABELLE 14.

Vergleich der mittleren Häutungsintervalle von Tieren der Juvenilphase während temperaturkonstanten Zeiten.

	15.1-15.3	1.5-1.7	1.7-1.9
<i>O. villosa</i>	7,5	5,0	4,1
<i>cincta</i>	6,1	4,6	3,6
<i>flavescens</i>		4,9	4,0

der bedeutenderen Streuungsmöglichkeit auf (Tabelle 13). Doch sind auch die mittleren Häutungsintervalle der Tiere der Juvenilphase bei allen Arten ungefähr gleich gross in den einzelnen Temperaturperioden (Tabelle 14). Aus diesen Tatsachen dürfen wir den Schluss ziehen, dass das mittlere Häutungsintervall bei alten und bei jungen Tieren also wohl temperatur-, jedoch nicht artbedingt ist.

VI. KÖRPERGRÖSSE UND KÖRPERWACHSTUM

Frisch geschlüpfte Jungtiere besitzen je nach der Art eine Körpergrösse von 0,4—0,5 mm. Das Wachstum schreitet bei den grösseren Formen (*O. villosa*, *cincta* und *flavescens*) schnell vorwärts, nach der 1. Häutung besitzen die Tiere bereits eine Körpergrösse von 0,6—0,7 mm. Individuen der 8. Häutung können

TABELLE 15.

Körpergrösse in mm in den einzelnen Häutungsstadien bei O. villosa.

Tier Nr. Geschlecht	14 ♀	15 ♀	16 ♀	17 ♀	18 ♀	19 ♂	20 ♂	21 ♂	22 ♂
Häutungs-Nr.									
0	0,45		0,45	0,45			0,45		0,45
1	0,6	0,6			0,65			0,6	
2	0,75				0,85				0,8
3									
4			1,00			0,95			
5	1,1	0,85			1,2				
6				1,25		1,60			
7		1,35							1,6
8				1,5	1,8				
9	1,85				2,15	2,2		2,2	2,3
10							2,5		
11		2,2				2,7			
12	3,05		2,85		2,75				
13		2,7			3,0	2,9		3,05	
14				2,65	3,25				
15	3,45	3,10	3,05					3,55	3,5
16				3,05		3,05			
17									3,9
18		3,6	3,2		3,9		3,4		
19				3,45					4,3
20	4,05					3,5		3,7	
21									
22				3,7					4,15
23		4,3							
24									
25			3,3				3,45		
26					4,15				
27									
28					4,1			3,7	
29	4,3					3,7			
30	4,5	4,15							
31									4,3
32									
33									
34					4,5				

TABELLE 16.

Körpergrössen in mm in den einzelnen Häutungsstadien bei O. cincta.

Tier Nr. . . Geschlecht .	23 ♀	24 ♀	25 ♀	26 ♀	27 ♀	28 ♀	29 ♀	30 ♀	33 ♂	34 ♂
Häutungs- Nr.										
0	0,45		0,45	0,45	0,45			0,50		
1						0,55				
2				1,1	0,75				0,90	0,65
3										
4	0,80					0,95				
5			1,2				1,35			
6										
7			1,6	1,45						
8	1,5	1,6								
9			1,65							
10	1,9		1,85							
11						2,4	2,6			
12		2,35	2,2					2,45		
13	2,7			2,85						2,2
14	2,6				2,75		2,8			
15						2,85		2,85		
16							3,15		2,5	
17					3,1	3,4				
18										
19			3,35							
20										
21								3,1		
22		3,35								
23				3,4			3,6			
24	3,65				3,75	3,8				
25							3,6			
26										
27										
28								3,05		
29										
30			3,35							
31			3,4			3,85				

bereits 2,0—2,1 mm messen. Mit der 16.—17. Häutung hört das rasche Wachstum auf, die Tiere haben die Körpergrösse von 3 mm überschritten. Nun ist der Zuwachs von Häutung zu Häutung geringer. Mit der 25.—30. Häutung ist das mittlere Maximum bei *villosa* und *flavescens* mit der Körpergrösse von 4,2—4,4 mm, bei *cincta* mit 3,8—3,9 mm erreicht. Diese Körpergrösse wird jedoch nur von den Weibchen erreicht. Männchen werden bei *villosa* und *flavescens* nie grösser als 3,8—3,9 mm, bei *cincta* nie grösser

als 3,0—3,1 mm. Bei *quinquefasciata* scheinen nach den wenigen Beobachtungen, die wir machen konnten, die Verhältnisse ähnlich wie bei *O. villosa* zu sein.

Die kleineren Formen *O. bifasciata*, *jurassica* und *capillata* wachsen weniger schnell. Doch besitzen wir nur wenige Angaben, sodass wir vorläufig nichts definitives aussagen möchten. Tiere von *jurassica* und *capillata* erreichen mit der 8. Häutung erst eine Körpergrösse von 1,1 mm, mit der 15.—18. Häutung eine solche von 1,6—1,7 mm. *Orchesella bifasciata* erreicht mit der 8. Häutung eine Grösse von 1,6—1,7 mm und mit der 15.—18. Häutung eine solche von 2,0—2,2 mm (Tabellen 15—20).

TABELLE 17.

Körpergrösse in mm in den einzelnen Häutungsstadien bei *O. flavescens*.

Tier Nr. Geschlecht	1 ♀	22 ♀	3 ♀	4 ♀	5 ♀	6 ♀	7 ♂
Häutungs-Nr.							
0	0,45			0,45			
1						0,65	
2							
3	1,0						
4	1,1						
5					1,0	1,3	1,35
6	1,35	1,3	1,2				
7							
8			1,75	1,6	1,7		
9							
10		1,85					
11	2,3		2,35	2,15		2,35	2,75
12		2,3			2,4		
13			2,55				
14							2,95
15	2,8					2,65	
16							
17					2,7		
18			3,0				
19							
20							
21							
22					3,15		3,4
23							
24			3,3				
25			3,5				
26							
27							
28							
29			4,1				

TABELLE 18.

Körpergrösse in mm in den einzelnen Häutungsstadien bei O. bifasciata.

Tier Nr.	1	2	3	4	5	6
Geschlecht	♀	♀	♀	♀	♀	♂
Häutungs-Nr.						
0	0,4				0,4	0,4
1	0,45		0,45			0,45
2	0,55			0,55		
3	0,7	0,65	0,7			
4						0,85
5	0,9					
6						
7						
8					1,6	1,6
9	1,6					
10						
11						
12						
13						
14			2,2	2,0		
15						
16		2,2				
17						
18						
19						
20						
21	2,15					

TABELLE 19.

Körpergrößen in mm in den einzelnen Häutungen bei O. capillata.

Tier Nr. ♀	1	2
Häutungs-Nr.		
0	0,4	0,4
1	0,55	0,55
2	0,6	0,6
3	0,7	0,7
4	0,75	0,75
5		
6		
7		
8	1,1	1,1
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17	1,5	

TABELLE 20.

Körpergrössen in mm in den einzelnen Häutungsstadien
bei *O. capillata*.

Tier Nr. ♀ . . .	1	2
Häutungs-Nr.		
0	0,35	
1		
2		0,6
3	0,6	
4		0,75
5		
6		
7		0,9
8		
9		
10	1,05	

Zwischen der 10. und der 15. Häutung erreichen die Formen ihre Geschlechtsreife. Für die Insekten bedeutet das Eintreten in das Imaginalstadium aber zugleich auch das Ende der Wachstumsperiode. Anders aber ist es bei den Col-

TABELLE 21.

Zusammenhang zwischen postadultem Wachstum und erreichter
Häutungszahl.

Art	Grösse bei Geschlechtsreife mm	Ht. zahl	Postadultes Wachstum mm	Ht. zahl total	Zuwachs %
<i>O. villosa</i>	2,4-2,8	12	4,2-4,4	ca. 45	ca. 70
<i>O. cincta</i>	2,3-2,6	12	3,9	ca. 35	ca. 60
<i>O. flavescens</i> . .	2,4-2,6	12	4,1	ca. 30	ca. 70

lembolen, sie häuten sich weiter und auch ihr Wachstum ist noch nicht abgeschlossen. Ihre Grössenzunahme beträgt dabei max. 70—75% bei *villosa* (Tabelle 21).

Es fällt nun auf, dass gerade um die Zeit der Geschlechtsreife, also zwischen der 9. und der 12. Häutung die grössten individuellen

Schwankungen in der Körpergrösse zu konstatieren sind. Deshalb ist es gerade in diesem Zeitpunkt ausserordentlich schwierig Tiere nach der Körpergrösse bestimmten Häutungsstadien zuzuordnen. Wir haben aber weiter vorne darauf hingewiesen, dass gerade der Eintritt der Geschlechtsreife nicht vom Alter, aber vom Häutungsstadium abhängig ist, beide aber unterstehen der regulierenden Wirkung der Temperatur.

VII. ZEICHNUNG

Besonderer Wert wurde in unseren Untersuchungen auf die Beobachtung der Entwicklung des Farbkleides gelegt, da dieses bisher als wichtigstes morphologisches Merkmal zur Bestimmung der Arten in den Vordergrund gestellt worden ist.

Wie einleitend betont wurde, sind für die verschiedenen Arten eine grosse Anzahl Farbvarianten beschrieben worden, welche von völlig hellen, unpigmentierten Formen zu ganz dunkeln Exemplaren über die als *f. principalis* beschriebenen Zustände führen. Die Feststellung der Zugehörigkeit sowohl der hellen als auch der dunklen Varianten zu speziellen Hauptformen gelingt meist mit Sicherheit nur bei gleichzeitigem Auftreten an einem Fundort. Durch die Beobachtung der Entwicklung des Zeichnungs- und Farbmusters der einzelnen Arten, wie sie sich beim Durchführen der Zuchten *ab ovo* zwangsläufig ergibt, sollte die Grundlage zur Klassifizierung und Bewertung der Tracht als systematisches Merkmal geschaffen werden.

Es können nun bei der grossen Menge der sich folgenden Häutungsstadien nur die allgemeinen Richtlinien der Veränderungen festgehalten werden. Diese aber zeigen schon zur Genüge die Wichtigkeit der Betrachtungsweise, die hier zum ersten Male ihre Anwendung findet. Zugleich wird aber damit auch die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen klar und zwar für alle Arten und Gattungen, bei denen bisher die systematische Zuteilung nur mittels einer Analyse des Zeichnungsmusters an konservierten Tieren vorgenommen werden konnte.

Wir können nach unseren Erfahrungen zwei Formen der Entwicklung der Zeichnung bei *Orchesellen* unterscheiden:

1. bleibt das Jugendkleid in seinen charakteristischen Elementen auch beim Alttier erhalten, die Grösse der Pigmentflecken verändert sich einzig proportional mit dem Wachstum des Individuums ohne dass eine weitere Bildung oder Ausdehnung stattfindet.
2. zum Fleckenornament der Jungform werden neue Flecken gebildet und oft mit den bestehenden durch grössere oder kleinere neugebildete Anlagen verbunden.

Vom Wesen des Pigmentes wissen wir bis heute noch sehr wenig. Tatsache ist, dass die *Collembolen* keine Vasa Malpighii besitzen und deshalb wird von FOLSOM und WELLES (1906) u. a. angenommen, dass eine Umwandlung und Einlagerung von harnsauren Salzen mit dem Pigment stattfinden könnte. Als Beispiel sei hier auf die Veränderung des Pigmentes bei *Orchesella flavescens* hingewiesen. Dort konnte ein Wechsel der dunkelgelben Farbe des Jungtieres über orangerote, braune und violette Töne zum schwarz beobachtet werden. Bei anderen Formen vollzieht sich der Wechsel von brauner Farbe über violett ins schwarze (z. B. *O. cincta*) oder auch nur von violett ins schwarz (z. B. *O. bifasciata* und *O. jurassica*). Bei *Orchesella villosa* verändert sich das Pigment vom hellbraun über braun in dunkelbraun bis violett.

Neben dem Pigment besitzen die *Orchesellen* noch eine Grundfarbe, die den ganzen Körper mit Ausnahme der pigmentierten Flecken bedeckt¹. Auch diese Grundfarbe ist ähnlich dem Pigment Wandlungen in der Farbenskala unterworfen. Die eigentlichen Veränderungen sollen bei den einzelnen Arten besprochen werden. Bei den meisten Arten besitzen die jungen, frisch geschlüpften Tiere eine hyaline, schwach gelbliche Grundfarbe. Diese Farbe dunkelt über gelbliche und gelbe Töne ein und erreicht bei einzelnen Arten dunkelgelbe, hellbraune bis olive Töne.

¹ In den Darstellungen der Zeichnungsveränderungen ist jeweilen die Grundfarbe als schwächere Punktierung, entsprechend ihrer eigentlichen Farbe, angegeben. Helle, unpigmentierte Stellen in den Zeichnungen sind die dicht mit weissen Haaren besetzten Körperstellen, wie sie bei einzelnen Arten auftreten.

Orchesella villosa (GEOFFROY 1764)

(Fig. 5 und 6).

Juvenilphase: Frisch geschlüpfte Jungtiere besitzen hyaline Grundfarbe und einen schwachen Schimmer von diffus verteiltem violetterm Pigment. In der ersten Häutung ist bereits eine Abnahme der Durchsichtigkeit der Tiere festzustellen. Es wird eine schwach gelbliche Grundfarbe gebildet, die sich innerhalb der

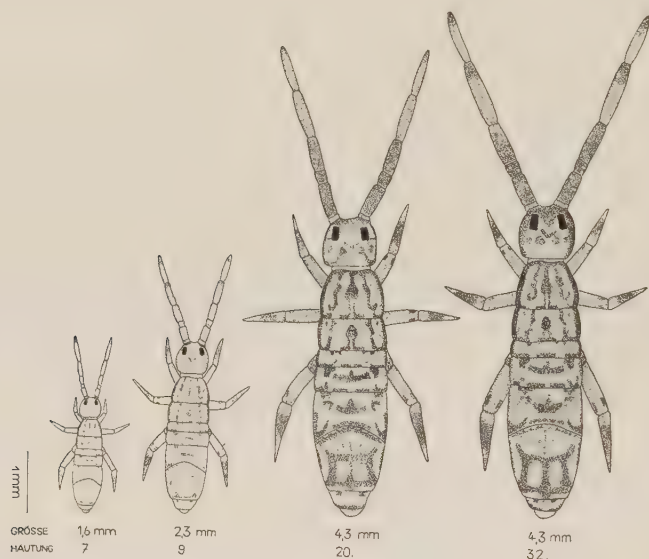


FIG. 5.

Entwicklung der Zeichnung eines Individuums
von *Orchesella villosa*.

Juvenilphase zu gelben Tönen verändern kann. Das Pigment ist nach der 1.-2. Häutung schwach violett, verändert sich sehr rasch in hellbraun und dunkelt ein über braun teilweise bis zu dunkelbraun.

Bereits nach der 2. Häutung ist die Zeichnung in ihren wesentlichen Flecken zu erkennen. Th. II-Abd. I besitzen in einzelne Flecken aufgelöste Elemente von je einem Paar dorsalen und lateralen Längsbinden, dazu sind noch wenige mediane Flecken in der Mitte jedes dieser Segmente vorhanden. Die halbmondförmigen

Querbinden in der vorderen Hälfte des Abd. II und III geben den Tieren die charakteristische *villosa*-Zeichnung. Der seitliche Hinterrand zeigt je eine dunkle, schmale Querbinde. Abd. IV hat am Vorderrand eine ausgezackte schmale Querbinde, eine etwas breitere Hinterrandquerbinde und laterale Flecken in der Mitte. Abd. V besitzt noch am Vorderrand zwei Flecken als Enden der dorsalen Längsbinden. Die lateralen Längsbinden verlaufen auch in Abd. II-IV weiter. Die Antenne und die Beine sind noch ohne Pigment, einzig die Antennenspitzen sind schwach grau.

In der weiteren Entwicklung werden die Konturen der Flecken einmal bestimmter und zudem werden noch weitere Flecken angelegt. So sind dann am Kopf zwei Wangenflecken und ein Winkelfleck in der Stirnmitte sichtbar. In der 9.—10. Häutung werden die medianen und lateralen Flecken in Abd. IV mit der Hinterrandbinde verbunden und bilden so eine U-förmige Binde; weiterhin beginnen sich die einzelnen Flecken zu einer medianen, halbmondförmigen Querbinde zu vereinigen. Der mittlere Teil der Tibiotarsen wird schwach braun.

Im Zeitpunkt der ersten Eiablage ist die Grundfarbe nun weiter in gelbe bis dunkelgelbe Töne eingedunkelt, das Pigment ist braun bis dunkelbraun geworden. Ausser dem proportionalen Wachstum der bestehenden Pigmentflecken mit dem Wachstum der Tiere sind keine Veränderungen wahrnehmbar.

In der Adultphase schreitet die Eindunkelung der Grundfarbe weiter von dunkelgelben in hellbraune und schwach graue Töne. Das Pigment nimmt dunkelbraune bis violette Farbe an. Der Kopf beginnt von vorne und von der Seite her dunkler zu werden. In Th. II-Abd. IV treten mit der 18.—20. Häutung am Hinterrand mediane Flecken auf. Zur gleichen Zeit vereinigen sich auch in Abd. IV die mediane und die U-förmige Binde zu einem rechteckigen Band.

Die Antennen beginnen von der 12.—14. Häutung an ebenfalls einzudunkeln, Ant. II—IV werden dunkelbraun, die Spitzen von V und VI grau. An den Femora treten zudem noch distal zwei kleine Flecken auf. Die Tibiotarsen sind im mittleren Teil ebenfalls dunkelbraun.

Variabilität: In Abd. IV werden oft die mediane, halbmondförmige und die U-förmige Binde nicht miteinander verbunden. Bereits bei Jungtieren sind gewisse Reduktionen der

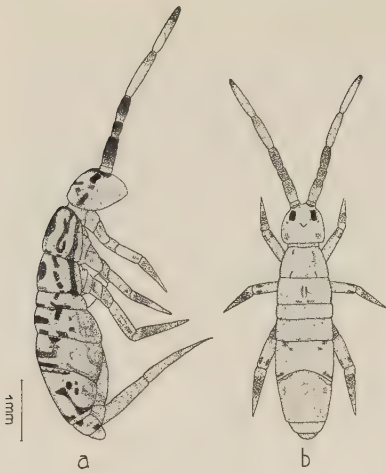


FIG. 6.

Orchesella villosa.

- a) Tier von der Seite.
 b) In einer Zucht aufgetretene helle Form.

Fleckenbildung zu beobachten. Die fehlenden Pigmentflecken werden im Laufe des weiteren Wachstums aber nicht ergänzt, sondern es bleibt das ursprüngliche Kleid, wie es z. B. Fig. 6 b zeigt, erhalten.

Auf der Oberseite des Körpers stark gefärbte Tiere zeigen starke Ausfärbung der Seiten von Abd. II—IV. Die Ausfärbung dieser Flanken geht dabei soweit, dass nur noch wenige kleine, helle Flecken vorhanden sind. Im Gegensatz hierzu besitzen weniger stark ausgefärbte, heller pigmentierte Formen schwache bis starke Färbung der Flanken (Fig. 6 a).

Orchesella quinquefasciata (BOURLET 1842, HANDSCHIN 1929)
 (Fig. 7 und 8).

Juvenilphase: Die *Orchesella quinquefasciata* zeigt in ihrer Entwicklung und Veränderung der Zeichnung grosse Ähnlichkeit mit *Orchesella villosa*.

Frisch geschlüpfte Tiere sind von denjenigen der *Orchesella villosa* nicht zu unterscheiden. Sie besitzen hyaline Grundfarbe und einen schwachen Schimmer von diffus verteiltem violettem Pigment.

Die Grundfarbe verändert sich bereits mit der 1. Häutung und geht über gelbliche zu gelben Tönen. Das Pigment verliert seine violette Farbe mit der 1.-2. Häutung und wird hellbraun; es verändert sich im Laufe der Juvenilphase in braune Töne. Der Kopf trägt Pigmentflecken an der Antennenbasis, zwischen den Ommen und auf der Stirnmitte. Zudem sind je eine seitliche Längsbinde als Wangenflecken von den Ommen ausgehend vorhanden. Th. II—Abd. I tragen 5 Längsbinden, zwei dorsale, zwei laterale und eine mediane. In Abd. II—V sind die lateralen Längsbinden in einzelnen Flecken aufgelöst, die dorsalen Längsbinden konvergieren mit

Ausnahme des Abd. IV und V gegen die Mitte zu. Die mediane Binde ist nur noch in einzelnen Flecken in Abd. II—V vorhanden. Abd. IV besitzt zudem noch eine Hinterrandquerbinde. Die Antennen sind einzig an der Spitze sehr schwach pigmentiert. Die Beine weisen durchwegs die Grundfarbe auf.



FIG. 7.

Orchesella quinquefasciata. Entwicklung der Zeichnung.

Im Zeitpunkt der ersten Eiablage ist die Grundfarbe nun dunkelgelb und das Pigment braun bis dunkelbraun geworden. Die Körperzeichnung hat sich gegenüber dem Jungtier nicht geändert, einzig die einzelnen Flecken sind proportional mit dem Körperwachstum grösser geworden. Die Grenzen der Pigmentflecken treten etwas deutlicher hervor. An den Antennen tritt eine deutliche Pigmentierung hervor, Ant. II ist im distalen Teil braun, III total braun, IV-VI schwach hellbraun, die Spitze von VI grau.

Die Tibiotarsen sind in der Mitte braun, die Femora III besitzen einen seitlichen braunen Längsstreifen.

In der Adultphase verändern die Tiere im weiteren Wachstum ihre Grundfarbe von dunkelgelb bis in hellbräunliche und bräunliche Töne. Das Pigment kann bei grossen Tieren dun-



FIG. 8.

Orchesella quinquefasciata.

- a) Tier aus Fig. 7 von der Seite (ca 36. Häut.).
 b) Hellere Tier (Körpergrösse 1,8 mm).

kelbraun bis violett werden. Die Zeichnung zeigt keine Veränderungen mehr, mit Ausnahme der Femora und der Seiten des Abdomens. Auf den Femora I und II werden nachträglich auch Längsstreifen gebildet. Die Seiten des Abdomens, vornehmlich Abd. III—V. zeigen mehr oder weniger starke Ausdehnung der Flecken der lateralen Binde. Fig. 8 a zeigt eine maximale Fleckenausbildung auf den Abdomenseiten, die oft auch auf wenige Zentren reduziert sein kann.

Variabilität: Eine Variation in der Ausbildung der Flecken zeigt einzig Abd. IV. Fig. 7 zeigt die maximale Ausbildung der Zeichnung, doch kann oft, wie Fig. 8 *b* zeigt, eine Aufteilung einzelner Zeichnungselemente in Flecken und Fleckchen beobachtet werden.

Orchesella bifasciata (NICOLET 1841)
(Fig. 9).

Juvenilphase: Frisch geschlüpfte Jungtiere sind von denjenigen der *O. cincta* nicht zu unterscheiden, sie sind schwach violett gefärbt und besitzen einen durchsichtigen Körper.

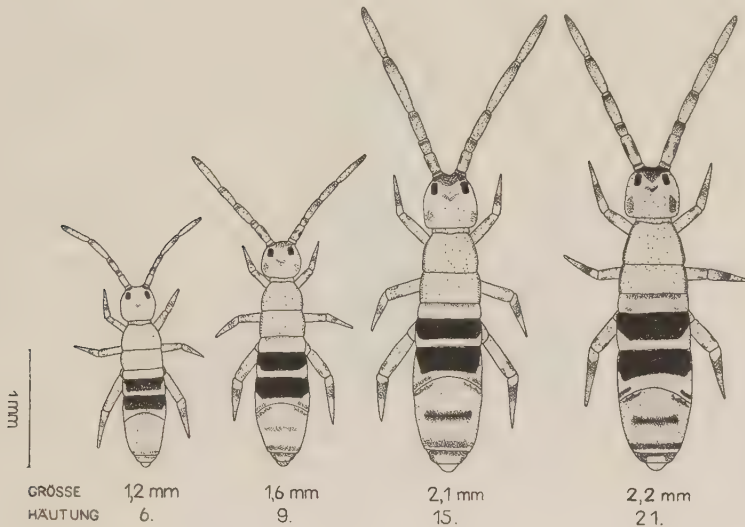


FIG. 9.

Orchesella bifasciata. Entwicklung der Zeichnung.

Mit der 1.—2. Häutung treten die beiden breiten charakteristischen Querbinden in Abd. II und III schwach braun hervor. Die Grundfarbe ist noch hellgelb, verändert sich aber über gelbe zu dunkelgelben Tönen. Die Querbinden werden mit der 3.-4. Häutung schwarz, das übrige Pigment braun bis grau. Ausser den bereits vorhandenen Querbinden in Abd. II und III treten in der 4. Häutung auch schwache schmale Querbinden am Hinterrand von Abd. IV und am Vorderrand von Abd. V auf.

In der 8. Häutung besitzt der Kopf eine dunkle Antennenbasis und schwach verdunkelte graue Wangen. Ant. II—V besitzen kleine graue Flecken, V und VI ist total grau. Schwach grau pigmentiert sind die lateralen Segmentränder von Th. II und III, der Hinterrand von Th. III ebenfalls. Die seitlichen Vorderränder von Abd. I und IV haben eine schmale, ausgezackte Querbinde. Die Querbinden in Abd. II und III, die Hinterrandbinde in Abd. IV und die Vorderrandbinde in Abd. V haben sich nicht verändert. Die Tibiotarsen sind alle schwach grau, dazu ist der Hinterrand von Abd. II hellgelb und sticht aus der dunkelgelben Grundfarbe hervor. Meistens ist der Hinterrand zudem noch mit weissen Haaren besetzt.

Die Tiere zeigen keine weitere Veränderung in ihrer Zeichnung, sie erreichen ihr definitives Zeichnungsbild wenige Häutungen nach der ersten Eiablage. Einzig die einzelnen Flecken auf Abd. IV und V werden noch stärker grau. Die Grundfarbe dunkelt noch mehr ein und erreicht bei Tieren der Adultphase hellbraune bis braune Farbe.

V a r i a b i l i t ä t : Die Zeichnung dieser Art ist sehr konstant. Einzelne Tiere zeigen nicht die rasche Entwicklung des Ornamentes, wie wir sie oben geschildert haben. Doch erreichen sie, wenn auch etwas später, die geschilderte Zeichnung der Adultphase. Vergleichen wir zugleich unsere Resultate mit den systematisch aufgestellten Varianten, so zeigt sich, dass die var. *intermedia* ÅGREN und *multifasciata* UZEL Zeichnungsstufen innerhalb der Entwicklung der Hauptform darstellen. Es tritt die var. *intermedia* ÅGREN 1903 mit der 6. Häutung auf und wird mit der 15. Häutung durch die var. *multifasciata* UZEL 1891 abgelöst (Tabelle 22).

Orchesella bifasciata, ssp. *conspersa* (LATZEL 1918)

(Fig. 10).

J u v e n i l p h a s e : Frisch geschlüpfte Tiere sind durchscheinend und besitzen nur diffus verteiltes, schwachvioletttes Pigment, das an den Seiten etwas dunkler ist. Eine Zeichnung ist nicht vorhanden.

Mit der 2. Häutung tritt die charakteristische Zeichnung bereits auf. Die Grundfarbe ist gelb-grau, das Pigment vorerst

noch violett. Der Kopf besitzt ausser der dunklen Antennenbasis keine Pigmentflecken. Th. II—Abd. I mit schwachen dorsalen und lateralen Längsbinden, Abd. II und III mit breiten Querbinden. Abd. IV mit schmaler Hinterrandquerbinde, einer bogenförmigen medianen Querbinde, der Vorderrand von Abd. V ist ebenfalls dunkel.

Im Zeitpunkt der ersten Eiablage ist die Grund-

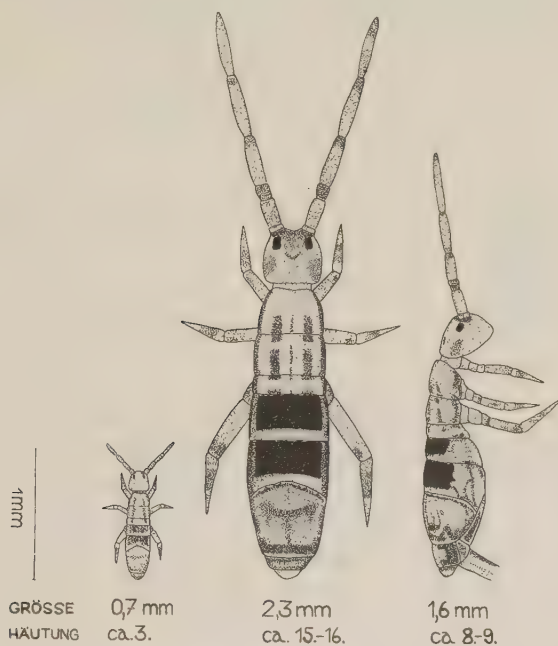


FIG. 10.

Orchesella bifasciata, ssp. *conspersa*. Entwicklung der Zeichnung.

farbe mittlererweile hellbraun und das Pigment schwarz geworden. Zu den Flecken, die bereits mit der 2. Häutung vorhanden waren, tritt noch eine Vorderrandquerbinde in Abd. IV. Th. III, Abd. I und IV bilden zu ihren Binden noch mediane Flecken und Binden. Alle Flecken sind scharf konturiert und verändern sich im Laufe des weiteren Wachstums nicht mehr. Der Kopf besitzt nun noch zwei Wangenflecken und einen Winkelfleck auf der Stirn.

Variabilität: Die Variabilität ist auch hier wie bei der Hauptform gering. Es zeigten einzig die Längsbinden in Th. II

und III schwächere oder stärkere Ausdehnung. Ebenso zeigt Abd. IV verschiedene Ausdehnung der Mittelquerbinde.

Orchesella jurassica n. sp.

(Fig. 11).

Juvenilphase: Eine grosse Veränderung der Fleckenzeichnung im Laufe des Wachstums ist hier nicht zu beobachten.

Frisch geschlüpfte Jungtiere sind hyalin violett, aber bereits mit der 1. Häutung tritt die charakteristische Zeichnung, wenn auch nur schwach, hervor. Die Grundfarbe ist bei Jungtieren hellgelb bis gelb, das Pigment schwach violett bis violett. Der Kopf besitzt ein breites Augenkonnektiv, einen kleinen Winkelfleck in der Stirnmitte und einen grösseren Winkelfleck vorne zwischen den Ommen und den Antennen. Th. II—Abd. III mit mehr oder weniger breiten Querbinden am Vorderrand, die sich bei einzelnen Segmenten seitlich fortsetzen. Th. II und III und Abd. II besitzen ausserdem noch dorsale Flecken. Abd. II und III zeigen oft mediane Hinterrandflecken, die hauptsächlich in Abd. III mit den Vorderrandbinden verbunden sein können. Abd. IV mit schmaler Vorderrandbinde in der Mitte und medianen und seitlichen Flecken am Hinterrand. Abd. V mit Vorder- und Hinterrandflecken. Die Antennen besitzen schwach graue Spitzen. Die Beine sind farblos.

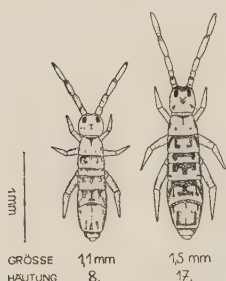


FIG. 11.

Orchesella jurassica.
Entwicklung der Zeichnung.

Adultphase: Aeltere Tiere nach der 10. Häutung zeigen geringe Differenzen in der Fleckenverteilung gegenüber den Jungen. Es findet im allgemeinen lediglich eine Verbreiterung der Flecken im Zuge des Körperwachstums statt. In Abd. II und III zeigt die vordere Querbinde aber eine über dieses übliche Mass hinausgehende Verbreiterung. Zudem hat sich in Abd. IV eine durchgehende Vorderrandquerbinde und eine U-förmige Hinterrandquerbinde gebildet. Sodann hat sich in Abd. III die Querbinde wesentlich in die Breite ausgedehnt. Die Grundfarbe ist mittlererweile schmutziggelb geworden, das Pigment schwarz. Die Grundfarbe und das Pigment sind im weiteren Wachstum des Tieres keinen Veränderungen mehr unterworfen.

Die Ant. II und IV—VI besitzen jetzt dunkle distale Ränder, die Femora im distalen Teil zwei dunkle Flecken.

Ab der 15.-16. Häutung besitzen alle Tiere schwachgraue Haare in der Wangengegend des Kopfes, median in Th. II, an den Hinterrändern von Abd. II—IV und im medianen vorderen Teil des Abd. IV.

Variabilität: Eine grosse Variabilität des Ornamentes ist nicht vorhanden, einzig Abd. III und IV zeigen bei einzelnen Individuen etwas voneinander abweichende Fleckenverteilung.

Orchesella cincta (LINNÉ 1758)

(Fig. 12, 13 und 14).

J u v e n i l p h a s e : Ausgeschlüpfte Jungtiere zeigen einen durchsichtigen Körper, der schwach diffus violett gefärbt ist.

Bereits mit der 1.—2. Häutung tritt eine Veränderung der Grundfarbe in hellgelb auf, diese dunkelt im Laufe der Häutungen zu gelb und dunkelgelb ein. Einen ähnlichen Wechsel macht auch die Pigmentfarbe durch. Sie ist in der 1.—2. Häutung noch violett, wird dann aber hellbraun bis braun. Die breite Querbinde in Abd. III ist immer etwas dunkler als das übrige Pigment.

Mit der ersten Häutung treten artcharakteristische Merkmale auf, so die breite Querbinde in Abd. III und eine schmale Hinterrandquerbinde in Abd. IV. Mit der 3. Häutung kommen dazu noch in Flecken angedeutete dorsale und laterale Längsbinden.

In den weiteren Häutungen werden die dorsalen und lateralen Flecken immer mehr ausgedehnt. Mit der 7.—8. Häutung besitzen die Tiere folgende Zeichnung: Am Kopf findet sich in der Mitte der Stirn ein Winkelfleck, dazu hinter den Ommen Wangenflecken. Die Antennenbasis ist dunkel. Jetzt tritt auch eine ausgesprochene Antennenfärbung auf. Ant. I und III werden dunkel, II bleibt hell, IV—VI bleiben grau. Auf dem Körper finden sich 4 angedeutete Längslinien, davon zwei laterale, die von Th. II—Abd. II verlaufen, im hinteren Teil bis Abd. IV in einzelne Flecken zerfallen. Die beiden dorsalen Binden gehen von der Mitte des Th. II bis zum Hinterrand von Abd. IV. Zu dieser Körperzeichnung treten noch Querbinden-Elemente in der vorderen Hälfte des Abd. III und am Hinterrand von Abd. IV. In Abd. IV wird zusammen mit der dorsalen Binde ein U-förmiger Fleck gebildet. Die Beine sind noch

verhältnismässig hell, einzig die Tibiotarsen sind in der Mitte schwach grau.

Männchen und Weibchen zeigen in der weiteren Entwicklung der Zeichnung Differenzen, sodass eine Trennung der Schilderung der Zeichnungsentwicklung nach Geschlechtern vorgenommen werden muss.

Männchen.

(Fig. 12 und 14).

Juvenilphase: Die Männchen zeigen eine weitgehende Eindunkelung des Pigmentes in den weiteren Häutungen. Das Pigment wird dunkelbraun bis schwarz. Die Grundfarbe dunkelt

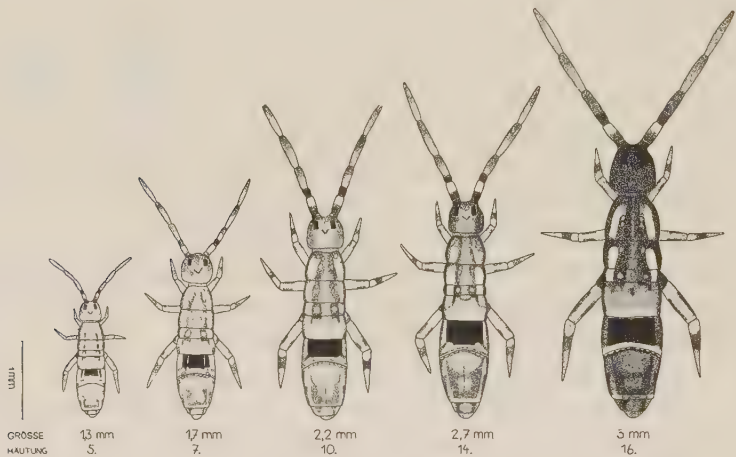


FIG. 12.

Orchesella cincta. Entwicklung der Zeichnung eines Männchens.

ebenfalls weiter in hellbraune bis braune Töne ein. Zugleich ist eine Verdunkelung des vorderen Teils des Kopfes, eine starke Verbreiterung der dorsalen Längsbinden nach der Mitte zu in allen Segmenten, eine stärkere Verdunkelung der Antennen und die Bildung einer ausgezackten Vorderrandquerbinde in Abd. IV zu beobachten.

Im Zeitpunkt der Geschlechtsreife ist die gelbe Grundfarbe nur noch am Hinterrand von Abd. II festzustellen, hellbraune Grundfarbe ist zudem noch in Th. II und III zwischen

den dorsalen und lateralen Längsbinden vorhanden. Das übrige Tier zeigt braunes bis schwarzes Pigment. Die lateralen und dorsalen Längsbinden besitzen Tendenz zur Vereinigung am Vorder- und am Hinterrand. An einzelnen Körperstellen treten weisse Haare auf.

In der *Adultphase* wird das Tier in der 14.-15. Häutung mit Ausnahme der weissbehaarten Stellen und des hinteren Teils des Abd. II grau bis schwarz. Der hintere Teil des Abd. II bleibt weiterhin gelb, ohne sich im Laufe des Wachstums noch zu verändern. Bereits mit der 11.—12. Häutung treten in der distalen Hälfte der Ant. II, dorsolateral in Th. II und III als Flecken, am Hinterrand von Abd. IV seitlich je ein Fleck und am Hinterrand von Abd. II eine durchgehende Binde von weissen Haaren auf.

Weibchen.

(Fig. 13 und 14).

Juvenilphase: Die Weibchen zeigen im Gegensatz zu den Männchen von der 7.—8. Häutung an keine so rasche Eindunkelung. Die Grundfarbe dunkelt höchstens in hellbraune Töne ein und das Pigment wird braun bis dunkelbraun. Die Tendenz zur Verbreiterung der Längsbinden ist nicht so ausgeprägt.

Im Zeitpunkt der ersten Eiablage entspricht die Zeichnung der Weibchen derjenigen eines Männchens von der 9.—10. Häutung. Die lateralen und dorsalen Längsbinden haben sich am Vorder- und Hinterrand von Th. II und III vereinigt, doch ist grösstenteils die mediane Partie des Körpers und der Kopf noch in der hellbraunen Grundfarbe. Das Pigment ist dunkelbraun, weisse Haare sind keine vorhanden.

Adultphase: Die Grundfarbe dunkelt weiter ein und nimmt schliesslich mit der 16.—17. Häutung eine graubraune Farbe an. Das Pigment ist ebenfalls schwarz geworden. Einzelne Partien des Körpers sind noch in der Grundfarbe, so Teile der Antennen, die Kopfmittle, die Körpermittle mit Ausnahme des Abd. III. Dazu sind noch helle Stellen zwischen den teilweise verschmolzenen dorsalen und lateralen Längsbinden vorhanden. Das Pigmentkleid verändert sich nicht mehr. Die Weibchen besitzen im Gegensatz zu den Männchen keine weissen Haare.

Variabilität: Die Variabilität der Zeichnung ist hier grösser als bei anderen Arten, wohl bedingt durch die Tatsache, dass

hier mehr Abweichungen von der Norm durch die in den ersten 15.—20. Häutungen starke fortgesetzte Eindunkelung gegeben sind.

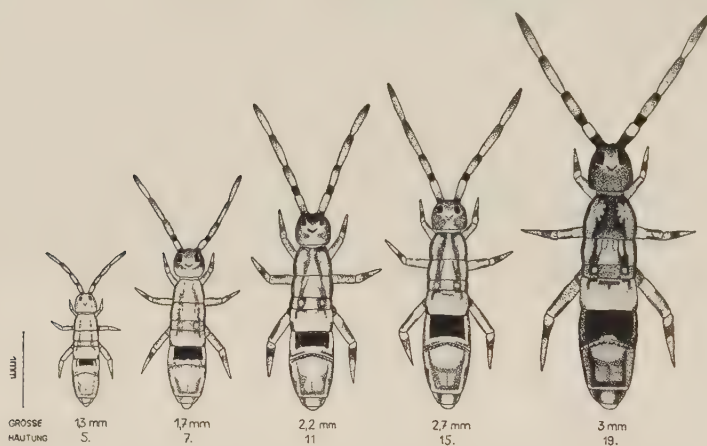


FIG. 13.

Orchesella cincta. Entwicklung der Zeichnung eines Weibchens.



FIG. 14.

Orchesella cincta. Vergleich erwachsener Männchen und Weibchen von der Seite.

Reduktionen einzelner Flecken konnten allerdings nicht beobachtet werden, hingegen zeigten einzelne Individuen Verschiebungen von 2.—3. Häutungen im Auftreten hier geschilderter Zeichnungsformen.

Ein Vergleich mit den aufgestellten Varianten zeigt uns, dass die Varietäten *unifasciata* NICOLET 1841 und *vaga* LINNÉ 1766 lediglich einzelne Stufen innerhalb der Zeichnungsentwicklung eines Individuums darstellen. Die männlichen Jungtiere bis zur 6. Häutung zeigen das Ornament der *unifasciata*. Zwischen der 6. und der 12. Häutung besitzen die Männchen das Ornament der

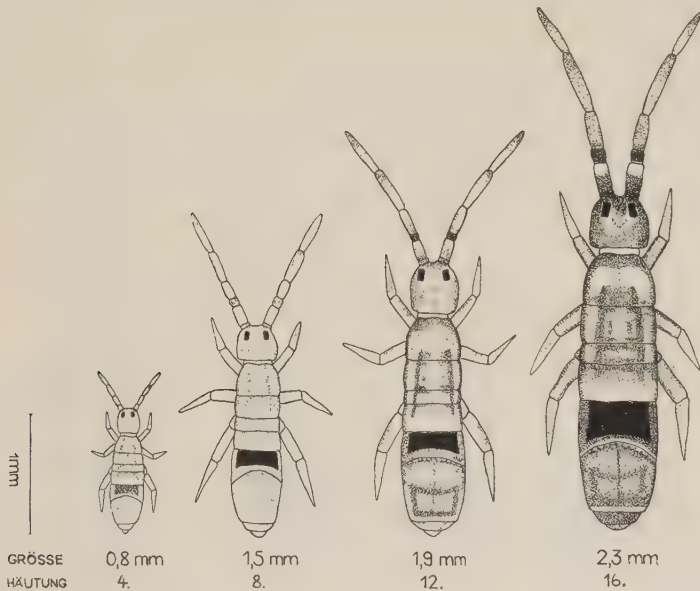


FIG. 15.

Orchesella cincta, ssp. *argyrotoxa*. Entwicklung der Zeichnung eines Männchens.

f. principalis und wechseln dann in die Zeichnung der var. *vaga*. Die Weibchen erreichen erst mit der 8. Häutung die Zeichnungsform der *f. principalis* und verändern sich nicht mehr (Tabelle 22).

Orchesella cincta ssp. *argyrotoxa* (LATZEL 1918)
(fig. 15 und 16).

Die Varietät *argyrotoxa* Latzel zeigt eine sehr ähnliche Zeichnungsentwicklung wie die Hauptform und ihr Zeichnungsornament ist nur in wenigen Teilen von derselben verschieden. So besitzt das Jungtier der *O. cincta* ssp. *argyrotoxa* in Th. II und III durchgehende

dorsale Längsbinden. Die älteren Tiere zeigen dazu noch mediane Flecken in Thorax und Abdomen und zudem Vorder- und Hinterrandquerbinden in jedem Segment. Sodann besitzt das adulte Männchen nur auf Th. II weisse Haare, wo sie einen hufeisenförmigen Fleck bilden, und nicht auch noch auf Th. III wie bei der Hauptform. Das Weibchen erreicht diese schwarz pigmentierte Zeichnung der Männchen nicht; es bleibt wie die Weibchen der

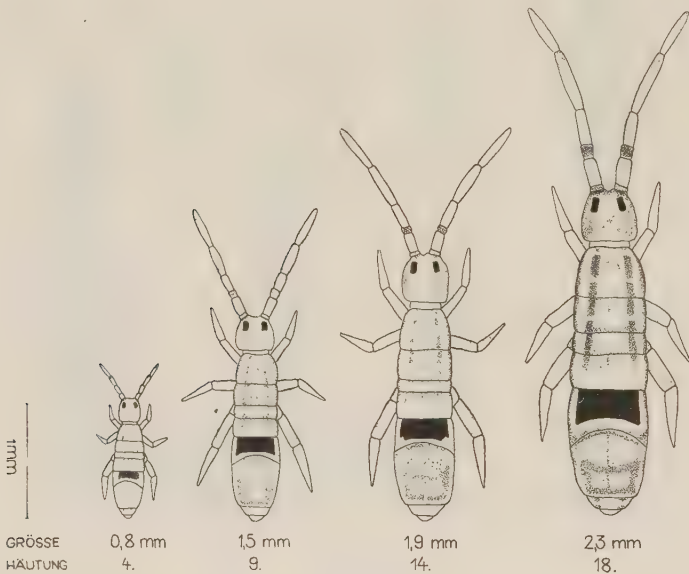


FIG. 16.

Orchesella cincta, ssp. *argyrotoxa*. Entwicklung der Zeichnung eines Weibchens.

eigentlichen Hauptform auf viel früherer Stufe stehen und besitzt wie diese auch keine weissen Haare.

Vergleichen wir die Zeichnungsentwicklung mit den beschriebenen Varianten, so kann festgestellt werden, dass Männchen bis zur 9. Häutung der Var. *quadrilineata* Latzel 1921 entsprechen. Zwischen der 9. und der 12. Häutung dürften sie der Var. *fastuosa* Nicolet 1841 angehören. Im weiteren Wachstum besitzen sie die Zeichnung der Var. *argyrotoxa* Latzel 1918. Die Weibchen behalten in ihrer Entwicklung die Zeichnung der Var. *quadrilineata* Latzel bei.

Orchesella flavescens (BOURLET 1842)
(Fig. 17-18).

J u v e n i l p h a s e : Frisch geschlüpfte Jungtiere sind durchsichtig mit schwachem gelblichem Schimmer. Mit der 1.—2. Häutung nimmt die Durchsichtigkeit der Tiere wesentlich ab und ihre Grundfarbe wird hellgelb. Dazu treten noch zwei dorsale und zwei laterale gelbe bis hellbraune Längsstreifen, die von Th. II—Abd. V verlaufen, auf. Die dorsalen Längsbinden beginnen bereits am Kopf hinter den Ommen. Bis zur 6.—7. Häutung verbreitern sich einzig diese Streifen, Grundfarbe und Pigment bleiben gleich. Zu dieser Zeit aber geht die Entwicklung der Zeichnung der beiden Geschlechter auseinander, sodass jedes Geschlecht gesondert behandelt werden muss.

Männchen.
(Fig. 17).

J u v e n i l p h a s e : Mit der 7.—8. Häutung beginnt sich das Pigment stärker einzudunkeln, es wird braun. Am Vorderrand von Abd. IV bildet sich eine schwach hellbraune Querbinde. Die Grundfarbe wird im weiteren gelb, das Pigment dunkelt sehr schnell ein zu schwarz. Eine Verdunkelung des Kopfes, eine Verbreiterung der dorsalen Längsbinden hauptsächlich in Th. III und die Bildung einer Hinterrandquerbinde in Abd. IV sind zu beobachten.

Im Zeitpunkt der **G e s c h l e c h t s r e i f e** ist das Pigment nun vorwiegend schwarz und die Grundfarbe dunkelgelb geworden. Die Tiere besitzen vier breite durchgehende Längsbinden, die dorsalen sind in Abd. III unterbrochen, dazu kommt noch eine mediane Verbreiterung der dorsalen Längsbinden im Th. III vorwiegend, im medianen Teil des Abd. I—III einzelne Flecken und eine breite Querbinde in Abd. IV. Dazu ist der Kopf und die Antenne braun bis dunkelbraun. Es treten hier bei den Tieren auch weisse Haare am distalen Teil der Ant. II, seitlich auf Th. II—Abd. I und auf Abd. III und IV auf.

In der **A d u l t p h a s e** wird der Kopf total schwarz. Ant. I, III und IV und II im proximalen Teil sind ebenfalls schwarz. Alle Pigmentflecken sind mit der 15.—16. Häutung schwarz, damit ist die Zeichnungsbildung abgeschlossen, die Zeichnung verändert

sich im Laufe des weiteren Wachstums der Tiere nicht mehr. Die Grundfarbe der Tiere ist hellbraun.

Weibchen.

(Fig. 18).

Juvenilphase: Die Entwicklung der Zeichnung geht hier in der gleichen Richtung wie die der Männchen, nur erreichen

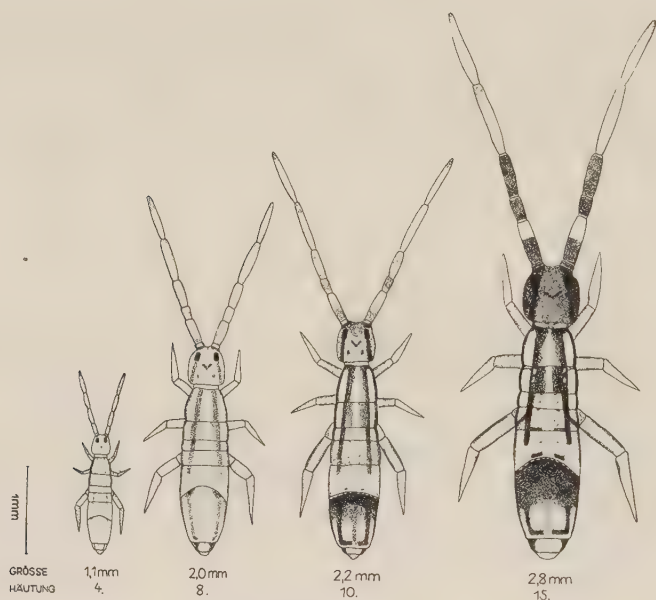


FIG. 17.

Orchesella flavescens. Entwicklung der Zeichnung eines Männchens.

die Weibchen die verschiedenen Stufen der Zeichnung wesentlich später. Die Tiere der Juvenilphase besitzen immer noch die vier braunen Längsstreifen, die Grundfarbe ist immer noch hellgelb.

Im Zeitpunkt der ersten Eiablage beginnt sich langsam die Querbinde in Abd. IV zu bilden.

Adultphase: Mit der 18. Häutung wird die Zeichnung des Männchens im Stadium der 11.—12. Häutung erreicht. Erst die 24.—25. Häutung zeigt die Weibchen mit der endgültigen, keinen Veränderungen mehr unterworfenen Zeichnung.

Variabilität: Neben der oben geschilderten Zeichnung

treten zuweilen noch Tiere mit durchgehenden Längsbinden in Abd. III auf. In älteren Stadien zeigen sie sodann eine dunkle Ant. II (also keine weissen Haare im distalen Teil). In den übrigen Teilen ist die Zeichnung nicht zu unterscheiden von der oben geschilderten. Oft zeigen sich aber auch bei der oben geschilderten



FIG. 18.

Orchesella flavescens. Entwicklung der Zeichnung eines Weibchens.

Zeichnung Variationen in der Fleckenausbildung im medianen Teil des Abd. I-III.

Jungtiere der *Orchesella flavescens* besitzen das Ornament der var. *pallida* Reuter 1895. Die Männchen gehen mit der 9. Häutung in die f. *principalis* Reuter 1895 über und erreichen mit der 12. Häutung die Zeichnung der var. *melanocephala* Nicolet 1841, deren endgültigen Zustand sie mit der 15.-16. Häutung erreichen. Nach der 16.-17. Häutung ist keine Veränderung der Zeichnung mehr zu beobachten. Die Weibchen erreichen die Zeichnungsform der f. *principalis* etwas später, wechseln mit der 18. Häutung in die var. *melanocephala*. Das endgültige Kleid der *melanocephala* tritt aber erst mit der 24.-25. Häutung auf.

Orchesella capillata Kos 1936
(Fig. 19).

Die vorliegende Art zeigt, aus wenigen Zuchtergebnissen zusammengestellt, folgende Entwicklung des sehr spärlichen Pigmentes.

Frisch ausgeschlüpfte Tiere sind durchscheinend und von hellgelber Farbe. In der 1.—2. Häutung tritt aber bereits das dunkel-

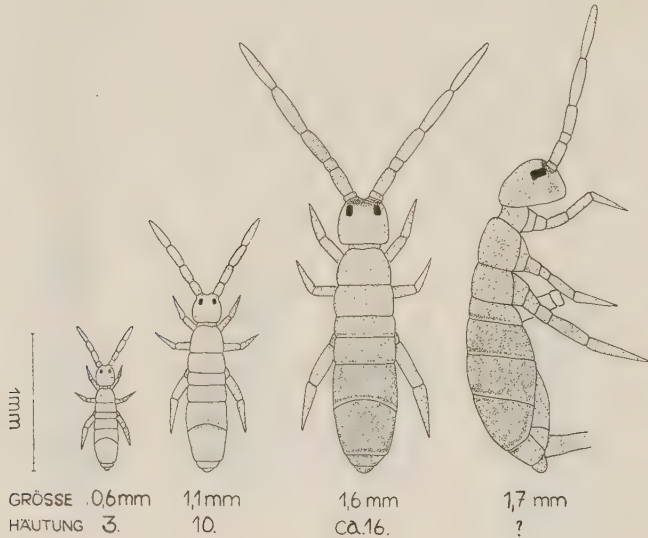


FIG. 19.

Orchesella capillata. Entwicklung der Zeichnung,
dazu noch ein Tier von der Seite.

graue bis schwarze Augenkonnektiv hervor. Tiere nach der 3. Häutung besitzen eine dunkle, graue Antennenbasis und ein Augenkonnektiv. Sonst sind am Körper nur Schattierungen von Pigment anzutreffen. Eine, allerdings oft unterbrochene Mittellinie verläuft über den ganzen Körper. Sie ist bei den meisten Individuen, wenn auch nur in wenigen Fragmenten, vorhanden. Einzelne Segmentränder des Abdomens sind etwas dunkler als die Grundfarbe. Die Antennen sind ungefärbt. Eine weitere Veränderung der Zeichnung vollzieht sich nicht bis zur 10. Häutung. Es wird einzig das Pigment am Körper grau und die Grundfarbe schmutziggelb.

In den weiteren Häutungen konnten die Tiere nicht mehr beobachtet werden, doch herrschte in der Verteilung der Flecken kein

Unterschied zwischen älteren gehaltenen und eingebrachten und zwischen aufgezüchteten Individuen der 10. Häutung.

Es handelt sich hier um Tiere mit diffus verteiltem, kaum sichtbarem Pigment. Vielleicht aber darf hier auch nur eine Verdichtung der Grundfarbe als Ursache der stärkeren Eindunkelung im Abdomen angenommen werden.

Orchesella arcuata n. sp.
(Fig. 20-21).

Orchesella arcuata zeigt keine Veränderungen ihres Pigmentkleides. Die ausschlüpfenden Jungtiere sind hyalin mit violetterm Schimmer von Pigment. Mit der 1. Häutung tritt bereits die Pigmentierung, wie sie Fig. 20 a darstellt, auf. Die Grundfarbe ist schwach gelblich, das Pigment violett. Obschon es uns nicht gelang die Jungtiere längere Zeit zu züchten, so können wir doch annehmen, dass sie ihre Zeichnung nicht mehr verändern, denn die Eltern zeigten bereits das gleiche Ornament. Das Auftreten wesentlich dunklerer Varianten (Fig. 20 b) müssen wir später mit genügendem Material zu klären versuchen.

Die Art besitzt gewisse Ähnlichkeit mit der *Orchesella cincta* auf Grund der dorsalen und lateralen Längsbinden und der breiten Querbinde in Abd. III. Doch ist die Zeichnung auf Abd. IV anders gestaltet. Statt der U-förmigen Hinterrandquerbinde ist bei der *Orchesella arcuata* eine mehr bogenförmige Querbinde vorhanden, die nicht an den Hinterrand reicht. Zudem ist bei *O. arcuata* im Gegensatz zur *Orchesella cincta* eine Mediane vorhanden.

Die Beobachtungen über die Entwicklung und die Veränderung

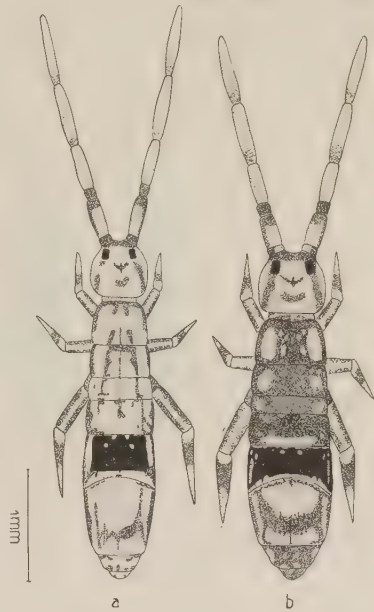


FIG. 20.

Orchesella arcuata.

- a) Typusexemplar.
- b) Sehr dunkles Tier.

der Zeichnung erlauben uns einen Vergleich¹ mit den bei jeder Art beschriebenen Varianten anzustellen.

Grösstenteils handelt es sich hier um Varianten, die bisher als sozusagen isoliert dastehend, betrachtet wurden. Die Tabelle 22 zeigt uns aber, dass einzelne, der bis jetzt benannten Varianten, nomenklatorisch fallen gelassen werden müssen. Sie bezeichnen entweder Männchenformen oder Altersstufen einzelner Arten und

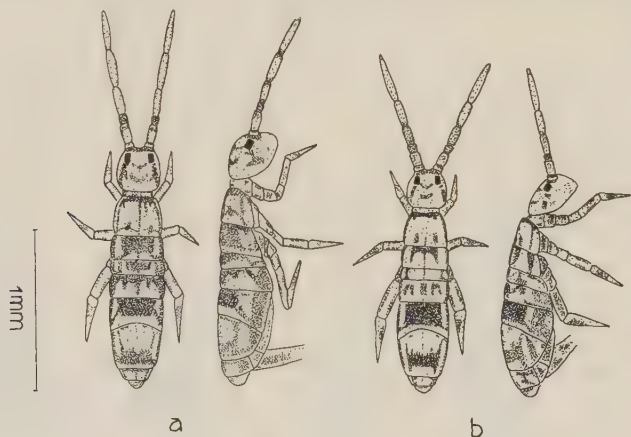


FIG. 21.

Orchesella arcuata. a) und b) junge Tiere in verschiedener Ausbildung der Zeichnung.

werden von allen entsprechenden Individuen im Laufe ihrer persönlichen Entwicklung erreicht, falls ihr Leben nicht zufällig vorzeitig einen Abschluss findet. So können wir nicht von einer einheitlichen Färbung bei einzelnen Arten sprechen. Jedes Tier präsentiert sich in der Zeichnungsbildung, die seinem jeweiligen Häutungsstadium entspricht.

VIII. ZUR MORPHOLOGIE UND SYSTEMATIK

Wie bereits an verschiedenen Stellen betont wurde, ist es sehr schwierig die Arten der Gattung *Orchesella* nach besonderen morphologischen Merkmalen auseinander zu halten. Wenn wir nun

¹ Vorgängig einer beabsichtigten Revision der Systematik der Orchesellen sollen hier einzig die Resultate unserer Untersuchungen zusammenfassend behandelt werden.

auch in erster Linie eine Differenzierung der verschiedenen Arten nach ihrer Tracht als bestes Merkmal vorgenommen haben, so wurde doch auch der Versuch unternommen, die bisherigen traditionellen Merkmale eingehend zu vergleichen.

Ganz oberflächlich betrachtet fallen bei den *Orchesellen* zwei wesentlich verschiedene Gruppen auf, welche sich nach ihrer

TABELLE 22.

Zusammenstellung der Zeichnungsentwicklung verschiedener Orchesellenarten.

ORCHESELLA

bifasciata Nicolet 1841	f. principalis		var. intermedia Agn. 1905	var. multifasciata Uzel 1891
cincta Linné 1758	♂	var. unifasciata Nicolet 1841	f. principalis	var. vago Linné 1766
	♀	var. unifasciata Nicolet 1841	f. principalis	
cincta spp. argyrolora Latzel 1918	♂	var. quadrimaculata Latzel 1921	var. festuosa Nicolet 1841	var. argyrolora Latzel 1918
	♀	var. quadrimaculata Latzel 1921		
flavescens (Bourlet 1839)	♂	var. pallida Reuter 1895	f. principalis	var. melanocephala Nicolet 1841
	♀	var. pallida Reuter 1895	f. principalis Reuter 1895	var. melanocephala Nicolet 1841

0 5 10 15 20 25 30
HAUTUNGEN

Körpergrösse stark unterscheiden. Grosse Formen mit relativ langen Antennen, wie *villosa*, *cincta*, *quinquefasciata* und *flavescens* mit den ihnen zugeordneten Formen und Varietäten, erreichen eine maximale Körpergrösse von 4–5 mm. Sie fallen so, als zu den grössten unserer Collembolenformen gehörend, jedem Betrachter sofort auf. Ihnen stehen die kleinen, eher gedrungenen Arten mit relativ kurzen Antennen gegenüber (Körpergrösse 2–3 mm). Es handelt sich hierbei um Formen, die auch ihrer meist versteckten Lebensweise wegen kaum auffallen oder mit Arten der Gattung *Entomobrya* oberflächlich betrachtet, verwechselt werden können (*O. arcuata*, *bifasciata*, *capillata*, *jurassica*, etc.).

Vergleichende Masszahlen, welche im allgemeinen die Beziehungen einzelner Körperteile unter sich näher umschreiben, dürften von geringem Wert sein, namentlich wenn nicht voll ausgewachsene

Adulttiere zu vergleichenden Untersuchungen vorliegen. Es wird deshalb davon abgesehen, solche Zahlen zu verwenden.

Kos und andere Autoren messen der Stellung der Ommen im Augenfleck systematischen Wert bei. Wir können aus zahlreichen Untersuchungen dieses Organs keine Differenzen angeben, die gestatten würden, dem Ommenfleck systematische Bedeutung zu verleihen. Kleinere Differenzen ergaben sich sogar innerhalb einer Art; sie sind somit individueller Natur.

Grosse Bedeutung soll sodann der Beschaffenheit der Klaue zukommen. Sie weist auf der Innenkante eine Anzahl Zähne auf,

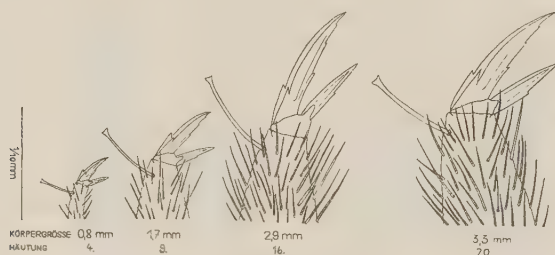


FIG. 22.

Orchesella cincta. Veränderungen der Klaue III im Laufe des Wachstums.

deren Stellung zueinander, wie auch zum Empodialanhang in Beziehung gebracht worden sind. Die Bewertung ist verschieden erfolgt. Ursprünglich verwendeten SCHÄFFER (1900 a), AGREN (1903) und JONESCO (1915) die Ventralseite der Klaue als Einheit und bezogen die Länge des Keulenhaares darauf. Zudem verwendeten sie noch die Länge des Empodialanhangs zur Entfernung des Aussenzahnes von der Spitze. Erst STACH (1922 b), DENIS (1938 c) und GISIN (1946) haben die einzelnen Verhältnisse in ihren Arbeiten genau definiert¹. Doch sind auch hier wie bei den Massverhältnissen einzelne Unterschiede in den Verhältniszahlen der Klaue sehr gering und deshalb ist auch hier eine genaue Differenzierung nicht möglich.

¹ Mit den Klauenmessungen übernehmen wir die Methode, die DENIS (1938 c) und GISIN (1946) angeben. Folgende Verhältnisse wurden dabei verwendet: Die Länge der Klaueninnenkante zum Basisabstand des Proximalzahnpaars, zur Länge des Keulenhaares und zur Aussenkante des Empodialanhangs. Ferner geben wir noch das Verhältnis der äusseren Kante des Empodialanhangs (EA) zum Basisabstand des Aussenzahnes des EA an. Alle Angaben von Verhältnissen geschehen in Prozenten der Klaueninnenkante oder des EA (beim Aussenzahn).

Vergleichen wir nun die Klauen adulter Formen untereinander, so ergibt sich, dass die Unterschiede, wenn von solchen überhaupt gesprochen werden kann, nicht genügen die Arten zu differenzieren.



FIG. 23.

Orchesella villosa. Veränderungen der Klaue III im Laufe des Wachstums.

Die Klauenstruktur kann also heute höchstens für die ganze Gattung als generisches Charakteristikum Verwendung finden.

Eindeutig konnten wir feststellen, dass alle Verhältnisse im Laufe des Wachstums ungefähr konstant bleiben mit Ausnahme des Verhältnisses der Klaueninnenkante zum Keulenhaar. Diese Proportion wird mit zunehmendem Alter immer kleiner, d. h. das Keulenhaar macht das proportionale Wachstum der Klauenelemente nicht mit. So ergeben sich z. T. innerhalb einer Art bedeutende Verschiebungen dieses Verhältnisses. Messungen an Tieren von *O. flavescens* z. B. ergaben für die relative Länge des Keulenhaares verglichen mit der Klaue bei Tieren der Körpergrösse von 1 mm 140—145%, bei Tieren von 3,3 mm Körpergrösse noch 100—110%. Ganz im Gegensatz zu *Tomocerus*, wo die Klaue und ihre Bewaffnung im Laufe der Entwicklung sich stark verändert (HANDSCHIN 1924), konnten wir keine morphologischen Veränderungen an der Klaue von *Orchesellenarten* beobachten. Junge Tiere besitzen bereits die zwei Proximalzähne und die zwei

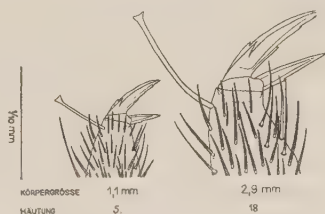


FIG. 24.

Orchesella flavescens. Veränderungen der Klaue III im Laufe des Wachstums.

Distalzähne. Einzig über die Anwesenheit des Aussenzahnes des Empodialanhanges bei kleinen Individuen kann nichts bestimmtes ausgesagt werden (Fig. 22-24).

Auch in der Furka und den Mukronen zeigen sich zwischen den einzelnen Arten keine Unterschiede. Das männliche Manubrialorgan ist bis heute noch so wenig beobachtet worden, dass es vorläufig als Merkmal nicht in Frage kommt.

Im folgenden sollen zwei neue Arten beschrieben werden, die wir Gelegenheit hatten in der Schweiz zu finden. Zu einem Teil wurden Exemplare dieser Arten (*O. jurassica* und *arcuata*) in unseren Zuchten aufgezogen.

Orchesella arcuata n. sp.

(Fig. 20—21, 25).

D i a g n o s e :

Körpergrösse bis 2,7 mm.

Die Grundfarbe ist hellgelb, bei älteren Tieren hellgrau, das Pigment bei jungen Exemplaren violett und dunkelt bei älteren Individuen zu schwarz ein.

Antennenbasis und Augenkonnektiv am Kopf dunkel, vom Hinterende der Ommen ausgehend einen schmalen Winkelfleck, in der Kopfmittle einen grösseren, breiten und kurzen Winkelfleck. Seitliche Wangenflecke von den Ommen ausgehend nach hinten verlaufend.

Ant. I und III schwarz, II mit distaler schwarzer Binde und äusserem Längsstreifen, IV schwach grau, distal schwarz, V proximal und distal mit schmalem schwarzem Ring, VI nur noch mit proximalem Ring.

Spuren von 5 Längsbinden über den Körper von Th. II—Abd. V verlaufend. Eine schmale mediane, zwei laterale und zwei nach aussen divergierende dorsale Längsbinden. Die Längsbinden können oft auch in einzelne Flecken aufgelöst sein. Dazu treten noch in jedem Segment mehr oder weniger breite Flecken einer Vorderrandquerbinde, welche die mediane und die dorsalen Längsbinden miteinander verbindet. In Abd. III eine breite Querbinde, in Abd. IV eine bogenförmige Hinterrandquerbinde, die beide dorsalen Binden miteinander verbindet. Die Femora sind dunkel, die

Tibiotarsen im mittleren Teil ebenfalls. Die zwei distalen, inneren Ommen sind etwas kleiner als die übrigen 6.

Der Basisabstand des Proximalzahnpaars beträgt im Mittel 47% (44-50%). Das Keulenhaar ist fast so lang oder auch wesentlich kürzer als die Klaue (91-140%). Der Empodialanhang ist im Mittel 71% (65-81%) der Klaue und der Basisabstand des Aussen-

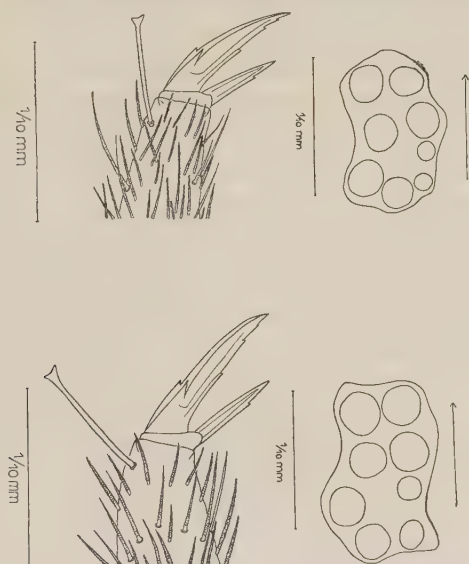


FIG. 25.

oben: *Orchesella jurassica*. Klaue III und linker Ommenleck.
 unter: *Orchesella arcuata*. Klaue III und linker Ommenleck.

zahn des Empodialanhanges beträgt im Mittel 69% (62—75%) der ganzen Länge des Empodialanhanges.

Neben dem beschriebenen typischen Zeichnungsmuster finden sich oft wesentlich dunklere Varianten. Die Variabilitätsbreite ist hier sehr gross, auch kleine Tiere können bereits eine stark eingedunkelte Zeichnung besitzen. Eine Eindunkelung im Laufe des Wachstums des Individuums scheint also hier ausgeschlossen zu sein (Fig. 20 b). So können in Th. II und III die mittleren Partien extrem schwarz werden und dazu noch in Abd. I, II und V ebenfalls eindunkeln. Total ausgefärbte Tiere besitzen dann nur noch Flecken in der Grundfarbe seitlich in Th. II—Abd. I, wenige Flecken in Abd. II und III und eine vordere helle Hälfte in Abd. IV.

Nach dem Auftreten des Pigmentes, besonders der breiten Querbindenbildung in Abd. III und der oft starken Gesamteindunkelung, die an *Orchesella cincta* Linné erinnert, muss die vorliegende Art wohl trotz ihrem alpinen Vorkommen in deren Nähe zu plazieren sein. Bei *Orchesella cincta* finden wir aber nie die starke Eindunkelung auf Abd. II, wie sie hier bei der *O. arcuata* auftritt. Auch kann nach der Färbung der Antennen die Zuweisung zu *cincta* nicht erfolgen, denn *cincta* besitzt im proximalen Teil der Ant. II kein Pigment und weisse Haare, im Gegensatz zur *O. arcuata*, die dort einen Streifen von schwarzem Pigment besitzt.

Kos (1936) hat aus dem jugoslawischen Tieflande verschiedene Formen von *cincta* beschrieben, von denen einige gewisse Aehnlichkeit mit der *Orchesella arcuata* besitzen. So ist die Zeichnung der *thoraco-pentataeniata*, der *thoracotaeniata-obscura* und der *thoracoarcuata*-Variante sehr ähnlich, doch besteht daneben ein Unterschied noch in den Verhältnissen des Keulenhaars, das bei der Kos'schen Form im Mittel 83% beträgt. Der Aussenzahn des Empodialanhangs liegt bei der Kos'schen Form wesentlich tiefer (55%) als bei *arcuata* mit einem Basisabstand von 69%.

Auch die als Sammelbegriff aufzufassende *Orchesella alticola* Uzel 1891 lockt mit ihrem wahrscheinlich variablen Kleide zu Vergleichen. Doch wird es gut sein den Namen *alticola* Uzel für unsere alpinen Formen zurückzustellen, bis an einem genügenden grossen Material und an Zuchten diese Art gründlich analysiert worden ist. Die *Orchesella alticola* Uzel besitzt im übrigen keine durchgehende Querbinde in Abd. III. Dagegen besteht die Möglichkeit, dass sie von HANDSCHIN (1924) als dunkle Form seiner *O. alticola* in seinen Abbildungen 132-136 gezeigt wurde, doch die für die Art charakteristische hellere Form wurde wahrscheinlich bisher nicht gefunden.

Fundorte:

Davos-Monstein, oberhalb der Oberalp, 1900 m, 1.—3.9.46., Weide, auf zusammengetragenen Steinen und unter Steinhaufen ohne direkte Vegetation, trocken, viele Expl.

Arosa, Schwellisee, 2100 m, 15.8.46., Weide, gleiches Biotop wie oben, 8 Expl.

Arosa, Weg nach dem Weisshorn, 2200 m, 15.8.47., auf trockenen Steinen, gleiches Biotop wie oben, viele Expl.

Typusexemplare der *O. arcuata* n. sp. befinden sich im Basler Naturhistorischen Museum.

Orchesella jurassica n. sp.

(Fig. 11, 25).

Die vorliegende, uns aus wenigen Fundorten bisher bekannte neue Art lässt sich in die bereits bestehenden und beschriebenen Arten nicht einordnen. Wir geben ihr den Namen *Orchesella jurassica* in Anbetracht der Fundorte, die bis heute ausnahmslos im Jura liegen.

D i a g n o s e :

Körpergrösse maximal bis 2,3 mm.

Die Grundfarbe ist gelb bis schmutziggelb, das Pigment bei jungen Tieren violett, bei älteren schwarz.

Der Kopf besitzt ein breites Augenkonnektiv, einen kleinen Winkelfleck in der Stirnmitte und einen grösseren vorne zwischen Ommen und Antennen.

Ant. I und II haben am distalen Rand je einen Fleck.

Die ausgewachsenen Tiere haben ausserdem noch Ant. IV—VI dunkelgrau.

Th. II—Abd. III mit mehr oder weniger breiten Querbänden am Vorderrand, die sich in einzelnen Segmenten seitlich fortsetzen. Th. II und III und Abd. II ausserdem noch dorsale Flecken. Abd. II und III mit medianen Hinterrandflecken, die hauptsächlich in Abd. III mit den Vorderrandbänden verbunden sein können. Abd. IV mit schmaler medianer Vorderrandbinde und medianen und seitlichen Flecken am Hinterrand. Abd. V mit Vorder- und Hinterrandflecken.

Ältere Tiere sind z. T. mit grauen Haaren auf dem Kopf, Th. II, Abd. II—IV besetzt. Alle Pigmentflecken besitzen auffallend scharfe Konturen.

Die zwei inneren distalen Ommen sind etwas kleiner als die übrigen 6.

Der Basisabstand des Proximalzahnpaares beträgt nach unseren Messungen 42—50% (im Mittel 46%) der Klauenlänge. Die Länge des Empodialanhanges ist 56—78% (im Mittel 68%) der Klauenlänge. Der Aussenzahn des Empodialanhanges liegt in der distalen

Hälfte des EA (59-72%, im Mittel 65%). Das Keulenhaar liegt zwischen 118 und 87% der Klauenlänge. Die Klaue ist schmal, der Empodialanhang im Vergleich mit anderen Arten breit. Die beiden Distalzähne sind scharf, während die Proximalzähne eher schwach ausgebildet sind. Der Aussenzahn des EA ist im Vergleich mit anderen Arten (*O. cincta* etc.) eher schwach.

Die Variabilität der Zeichnung ist nicht gross, die Tiere zeigen keine nennenswerte Veränderung ihres Kleides während des Grössenwachstums. Eine Variabilität zeigen einzig Abd. III und IV, wo die Fleckenverteilung bei verschiedenen Individuen etwas verschieden sein kann. Es wechselt sodann mit dem Alter die Grundfarbe von gelb zu schmutziggelb und das Pigment von violett zu schwarz.

Die Form besitzt gewisse Ähnlichkeit mit der *Orchesella litoralis* Brown 1925. Beide stimmen in gewissen Teilen des Ornamentes überein. Ebenso zeigt sich Uebereinstimmung der Klauenverhältnisse, soweit diese von BROWN angegeben wurden. Doch fehlt der Abbildung bei BROWN, das der *Orchesella jurassica* charakteristische breite Augenkonnektiv. Alle Segmente mit Ausnahme des Abd. III zeigen ein ähnliches Zeichnungsbild. *Orchesella jurassica* besitzt aber in Abd. III am Vorderrand eine mehr oder weniger breite Querbinde, die aber auch in einzelne Flecken zerfallen kann. Dagegen hat *O. litoralis* eine breite Querbinde am Hinterrand und nur eine schmale Vorderrandquerbinde.

Eine Ähnlichkeit und Verwandtschaft mit der *O. bifasciata* Nicolet ist nicht abzustreiten. Beide besitzen ähnlich Biotope und stimmen in Körpergrösse und Klauenverhältnissen weitgehend überein. Wesentlich verschieden ist einzig die Zeichnung, bei der wir keine gemeinsamen Merkmale finden konnten und demnach die *O. jurassica* als eigene Art aufstellen mussten.

Die Form wurde gefunden bei:

Mariastein, Kehlengrabenschlucht, 630 m, April bis Dezember, an überhängendem Moos (*Neckera crispa* Hedw.), viele Expl.

Liestal, Oristal, 380 m, 15.7.46., Wald, in trockenem Baumoos, 1 Expl.

Weissenstein, 1000 m, Nesselboden, 17.10.46., Wald, feuchtes Moos, 2 Expl.

Typusexemplare der *Orchesella jurassica* n. sp. befinden sich im Basler Naturhistorischen Museum.

IX. ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Aufzucht von Orchesellen bereitet bei Berücksichtigung der ökologischen Besonderheiten keine Schwierigkeiten. Einfache Methoden zur Aufzucht und Weiterzucht von Collembolen bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt konnten ausgearbeitet werden.

2. Zur Zucht wurden Orchesellen aus der Schweiz, vornehmlich der Umgebung Basels, des Juras und der Alpen verwendet. Weiterzüchten, resp. aus dem Ei aufziehen konnten wir folgende Arten: *Orchesella arcuata* n. sp., *bifasciata* Nicolet, *bifasciata* ssp. *conspersa* Latzel, *capillata* Kos, *cincta* Linné, *cincta* ssp. *argyrotoxa* Latzel, *flavescens* Bourlet, *jurassica* n. sp., *quinquefasciata* Bourlet und *villosa* Geoffroy.

3. Die Dauer der Entwicklung ist abhängig von der Temperatur. Die Eier der *Orchesella*-Arten brauchten zu ihrer Entwicklung 6-22 Tage je nach der Zuchttemperatur.

4. *Orchesella cincta*, *villosa* und *flavescens* legten bei einer Körpergrösse von 2,3—2,9 mm im 10.—12. Häutungsstadium ihre ersten Eier ab. Weitere 2—3 Ablagen eines Weibchens erfolgten je nach 4—5 Häutungen. Ein Weibchen legte ungefähr 60—80 Eier im Laufe seines Lebens. Die Juvenilphase bis zur 1. Eiablage betrug je nach der Temperatur 33—184 Tage. Die Zahl der Häutungen in dieser Zeit ist bei allen Weibchen konstant (10—12 Häutungen). Das Erreichen der Geschlechtsreife ist demnach an bestimmte Häutungsstadien gebunden und nicht an die zeitliche Dauer der Juvenilphase.

5. Eiablagen erfolgen in Zuchten wie im Freien zu jeder Jahreszeit, doch finden sie bei Orchesellen im Freien während des Winters sicher infolge der tiefen Temperaturen nicht statt.

6. In nur zwei Fällen konnte an Gelegen älterer isoliert gehaltener Weibchen von *O. cincta* und *villosa* parthenogenetische Entwicklung der Jungen nachgewiesen werden, sie dürfte jedoch bei Collembolen nur als fakultative Erscheinung auftreten.

7. Der Häutungsvorgang konnte mehrfach beobachtet werden. Die Häutungsintervalle eines Individuums sind im allgemeinen nicht konstant, so konnten wir Intervalle zwischen 2 und 29 Tagen feststellen. Bei konstanter Temperatur zeigen sich keine so grossen Differenzen (Intervalle von 2—8 Tagen bei 18—22° C). Bei Geschwistertieren sind ebenfalls Schwankungen in ihren Häutungsintervallen von einigen Tagen zu beobachten. Im Durchschnitt zeigen *O. cincta* und *villosa* 30-40 Häutungen. In einem einzelnen Falle konnten bei *Orchesella villosa* bis 50 Häutungen festgestellt werden.

8. Die Häutungszahl und die Lebensdauer der Männchen ist geringer als die der Weibchen. Unterschiede in den Häutungsintervallen hingegen existieren keine.

9. Die Häutungsintervalle sind temperaturabhängig, tiefe Temperaturen verlängern die Zeit zwischen zwei Häutungen bedeutend.

10. Frisch geschlüpfte Jungtiere von *Orchesellen* besitzen eine Körpergrösse von 0,35—0,5 mm. *Orchesella cincta*, *flavescens*, *quinquefasciata* und *villosa* zeigen in der Juvenilphase von Häutung zu Häutung ein Wachstum von 0,1—0,15 mm, in der Adultphase nimmt das Wachstum wesentlich ab und mit der 25.—30. Häutung erreichen die Formen ihre maximale Körpergrösse. *Orchesella bifasciata*, *capillata* und *jurassica* besitzen pro Häutung nur einen Zuwachs von 0,05-0,1 mm. Mit der 15.—20. Häutung hört ihr Wachstum auf. Der Zuwachs der *Orchesella cincta*, *villosa* und *flavescens* im Adultstadium beträgt 60-70 % der Körpergrösse im Zeitpunkt der Geschlechtsreife.

Die Männchen zeigen anfänglich rascheres Körperwachstum als die Weibchen, erreichen aber die Körpergrössen der Weibchen nicht.

11. Die meisten untersuchten *Orchesellen* zeigen Veränderungen ihrer Zeichnung im Laufe des Wachstums. Die Entwicklung der Zeichnung geht aus von hellen Varianten beim Jungtier und endet in stark eingedunkelter Zeichnung bei maximal ausgewachsenen Tieren.

Frisch geschlüpfte Jungtiere sind durchscheinend, schwach violett gefärbt und besitzen noch keine Zeichnung. Bereits mit der 1.—2. Häutung treten bei allen Formen die für die einzelnen Arten charakteristischen Zeichnungsbilder hervor. Die einzelnen Zeichnungsornamente beginnen sich in den weiteren Häutungen zu verändern und einzudunkeln. Bei einzelnen Arten zeigt sich neben dem normalen Wachstum der Flecken, das proportional mit dem Körperwachstum verläuft, eine weitgehende Verbreiterung der bestehenden Flecken und zugleich auch eine Bildung neuer Flecken.

12. In der im Laufe des Wachstums veränderten Tracht der einzelnen Arten treten dabei nacheinander im Laufe der Entwicklung systematisch unterschiedene Zeichnungsvarianten auf. Diese Tatsache macht eine systematische Revision der aufgestellten Formen und Varianten nötig. So zeigen *Orchesella bifasciata*, *cincta*, *cincta* ssp. *argyrotoxa* und *flavescens* solche Folgen einzelner früher aufgestellter systematischer Varianten.

13. Trotz ihrer Variationsmöglichkeit als Folge von physiologisch bedingten Einflüssen (Alter, Aussenfaktoren) bleibt momentan die Zeichnung einziges systematisches Unterscheidungsmerkmal.

14. Im untersuchten Material fanden sich zwei Arten, welche neu beschrieben werden, die bisher nur alpin nachgewiesene *Orchesella arcuata* und die uns erst aus wenigen Fundorten aus dem Jura bekannte *Orchesella jurassica*.

X. LITERATUR-VERZEICHNIS

1934. AGRELL, J. *Studien über die Verteilung der Collembolen auf Triebsandböden*, Ent. Tidskr., p. 181.
1941. — *Untersuchungen zur Oekologie der Collembolen*, Opusc. Ent., vol. 3, Suppl.
1903. ÅGREN, H. *Apterygotenfauna Südschwedens*, Stett. Ent. Z., p. 113.
1932. BONET, F. *Introducción al estudio de los colembolos*, Rev. Soc. Ent. Argentina, vol. 1, p. 36.
1934. — *Colembolos de la Republica Argentina*, Eos, vol. 9, p. 123.

1841. BOURLET, M. *Mémoire sur les Podurides*, Ann. Soc. Ent. France, vol. **10**, Bull, p. 57.
1842. ——— *Mémoire sur les Podurides*, Mém. Soc. R. Agric. Dept. Nord, Douai, p. 89.
1925. BROWN, J. M. *On a new shore-dwelling Collembolan*, Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 9, vol. **16**, p. 155.
1931. DAVIDSON, J. *The influence of temperature on the incubation period of the eggs of Sminthurus viridis*, Austr. J. Exper. Biol. Med. Sc., vol. **8**, p. 143.
- 1932 a. ——— *Resistance of the eggs of Collembola to draught conditions*, Nature, vol. **129**, p. 867.
- 1932 b. ——— *Factors affecting oviposition of Sminthurus viridis*, Austr. J. Exper. Biol. Med. Sc., vol. **10**, p. 1.
- 1932 c. ——— *On the viability of the eggs of Sminthurus viridis in relation to their environment*, Austr. J. Exper. Biol. Med. Sc., vol. **10**, p. 65.
- 1933 a. ——— *Effects of rainfall-evaporation on insects inhabiting the soil surface*, Nature, vol. **131**, p. 837.
- 1933 b. ——— *The environmental factors affecting the development of the eggs of Sminthurus viridis*, Austr. J. Exper. Biol. Med. Sc., vol. **11**, p. 9.
- 1933 c. ——— *The distribution of Sminthurus viridis in South Australia, based on rainfall, evaporation and temperature*, Austr. J. Exper. Biol. Med. Sc., vol. **11**, p. 59.
1926. DAVIES, W. M. *Collembola injuring leaves of mangold seedlings*, Bull. Ent. Res., vol. **17**, p. 159.
- 1928 a. ——— *On the economic status and bionomics of Sminthurus viridis*, Bull. Ent. Res., vol. **18**, p. 291.
- 1938 c. ——— DENIS, J. R. *Collemboles d'Italie, principalement cavernicoles, sixième note*, Boll. Soc. Adriatica Sci. Nat. Trieste, vol. **36**, p. 95.
1932. FALKENHAN, H. *Biologische Beobachtungen an Sminthurides aquaticus*, Z. wiss. Zool., Abt. A, vol. **141**, p. 525.
1906. FOLSOM, J. W. und WELLES, M. U. *Epithelial Degeneration, Regeneration and Secretion in the Mid-Intestine of Collembola*, Univ. Illinois Bull., vol. **4**, n° 6, p. 100.
1764. GEOFFROY, M. *Histoire abrégée des Insectes*, éd. I, vol. **2**, p. 605.
1943. GISIN, H. *Oekologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels*, Rev. suisse Zool., vol. **50**, p. 131.
1944. ——— *Hilfstabellen zum Bestimmen der holarctischen Collembolen*, Verh. natf. Ges., Basel, vol. **55**, p. 1.
1946. ——— *Collemboles nouveaux ou peu connus de la Suisse*, Mitt. Schweiz. Ent. Ges., vol. **20**, p. 217.

1919. HANDSCHIN, E. *Die Collembolenfauna der Nivalstufe*, Rev. suisse Zool., vol. **27**, p. 65.
1924. — *Die Collembolenfauna des Schweizerischen Nationalparks*, Denkschr. Schweiz. Natf. Ges., vol. **60**, n° 2, p. 60.
- 1926 b. — *Materialien zur Revision der Collembolen, Sira platani*, Tätigk.-Ber. natf. Ges. Baselland, vol. **7**, p. 85.
1928. — *Collembola*: in Schulze: *Biologie der Tiere Deutschlands*, Teil **25**.
- 1928 d. — *Collembolen aus Java, nebst einem Beitrag zu einer Monographie der Gattung Cremastocephalus*, Treubia, vol. **10**, p. 245.
- 1929 a. — *Collembolen in Dahl F., Tierwelt Deutschlands*, vol. **16**.
1911. HOFFMANN, R. W. *Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Collembolen*, Zool. Anz., vol. **37**, p. 353.
1927. HOLDAWAY, M. S. *The bionomics of Sminthurus viridis, of the South Australian Lucerne Flea*, Pamphl. Coun. Sc. Ind. Res., n° **4**, p. 1.
1915. JONESCO, C. N. *Contribution à la faune des insectes collemboles de Roumanie*, Ann. Sc. Univ. Jassy, vol. **9**, p. 463.
1936. KOS FRAN. *Orchesellenstudien*, Prirodoslovne Razprave, vol. **3**, p. 31.
- 1938 c. KSENEMANN, M. *Apterygoten aus der Reservation „Pop Ivan“ in Karpathenrussland*, Rec. trav. Inst. Rech. agron. Rép. Tchecho., vol. **152**, p. 449.
1918. LATZEL, R. *Neue Collembolen der Ostalpen und dem Karstgebiet*, Ver. Zool. Bot. Ges. Wien, vol. **67**, p. 232.
1921. — *Apterygoten der Ostalpen und des anschliessenden Karstes*, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, vol. **71**, p. 49.
- 1901 f. LÉCAILLON, A. *Recherches sur l'ovaire des collemboles*, Arch. anat. micr., vol. **4**, no. 4, p. 471.
1882. LEMOINE, V. *De l'acte génital probable observé chez le Sminthurus fuscus*, Assoc. franç. Avens. Sc., Sess. **11**, La Rochelle, p. 483.
1899. LIE-PETTERSEN, O. J. *Biologisches über norwegische Collembolen*, Bergens Mus. Aarborg, vol. **7**, p. 1.
1907. LINNANIEMI, W. M. *Die Apterygotenfauna Finnlands I.*, Acta Soc. Sc. Fenn., vol. **34**, n° 7.
1758. LINNÉ, C. *Systema naturae*, éd. X, vol. **1**, p. 608.
1873. LUBBOCK, John. *Monograph of the collembola and thysanura*. Ray Soc., London.
1841. NICOLET, H. *Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles*, Extr. Nouv. Mém. Soc. Helv. Sci. Nat., vol. **8**, p. 88.
1912. PHILIPTSCHENKO, J. *Zur Kenntnis der Apterygotenembryologie*, Zool. Anz., vol. **39**, p. 43.
- 1912 a. — *Die Embryonalentwicklung von Isotoma cinerea*, Z. wiss. Zool., vol. **103**, p. 519.

1895. REUTER, O. M. *Finlands Collembola och Thysanura*, Acta Soc. f. f. Fenn., vol. **11**, n° 4, p. 1.
1930. RIPPER, W. *Champignon-Springschwänze. Biologie und Bekämpfung von Hypogastrura manubrialis*, Z. angew. Entom., vol. **16**, p. 546.
1946. SALMON, J. T. *A portable apparatus for the extraction from leaf mould of Collembola and other minute organisms*, Dom. Mus. Rec. Ent. New Zealand, vol. **1**, n° 2, p. 13.
- 1900 a. SCHÄFFER, C. *Württembergische Collembolen*, Jb. Ver. vaterl. Nath. Württemberg, vol. **56**, p. 245.
1893. SCHÖTT, H. *Zur Systematik und Verbreitung palaearctischer Collembolen*, K. Svenska Vet. Akad. Handl., vol. **25**, n° 11, p. 1.
1885. SOMMER, A. *Ueber Macrotoma plumbea*, Z. wiss. Zool., vol. **41**.
- 1922 b. STACH, J. *Collembola*, Magyar Tudom. Akad. Balk.-kutat. tudom. ered., vol. **1**, p. 109.
1927. STREBEL, O. *Biologische Studien an einheimischen Collembolen I.*, Z. wiss. Ins. Biol., vol. **22**, p. 256.
1928. — *Biologische Studien an einheimischen Collembolen II.*, Z. wiss. Ins. Biol., vol. **23**, p. 135.
1929. — *Biologische und physiologische Untersuchungen an Hypogastrura purpurascens und Sminthurinus niger*, Zool. Anz., vol. **84**, p. 87.
1932. — *Beiträge zur Biologie, Oekologie und Physiologie einheimischer Collembolen*, Z. Morph. Oekol. Tiere, vol. **25**, p. 31.
- 1938 b. — *Zur Biologie des Tomocerus vulgaris*, Konowia, vol. **17**, p. 272.
1834. TEMPLETON, R. *Thysanura Hibernicae*, Trans. Ent. Soc., vol. **1**, p. 89.
1933. TRÄGARDH, J. *Methods of automatic collecting for studying the fauna of soil*, Bull. ent. Res., vol. **24**, p. 203.
1934. — *Studies on the Collection technique in investigations on soil fauna*, Medd. Skogsförsöksanst. Stockholm, vol. **27**, p. 21.
1872. TULLBERG, T. *Sveriges Podurider*, Kongl. Svensk. Akad. Handl. Stockholm, vol. **10**, p. 70.
1918. TULLGREN, A. *Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierformen*, Z. angew. Ent., vol. **4**, p. 149.
1891. UZEL, J. *Thysanura Bohemia*, Sitzber. k.-böhm. Ges. Wiss. mat. natw. Klasse, vol. **2**, p. 1.
- 1901 b. WILLEM, V. *L'influence de la lumière sur la pigmentation de Isotoma tenebricola*, Ann. Soc. Ent. belge, vol. **45**, p. 193.
- 1925 b. — *Notes éthologiques sur divers collembolés*, Acad. R. Belg. Bull., Cl. des Sc., p. 617.

